

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กรุงเทพมหานคร

นางสาวกฤษณา ไสยาศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF ORGANIZING INTEGRATED MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES ON
MATHEMATICAL CREATIVITY AND MATHEMATICAL KNOWLEDGE
CONNECTION ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS
IN SCHOOLS UNDER THE OFFICE OF THE BASIC
EDUCATION COMMISSION, BANGKOK

Miss Kritsana Saiyasri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2008
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ
บูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กรุงเทพมหานคร

โดย

นางสาวกฤษณา ไสยาศรี

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา เขี่ยมอรรถพร)

กฤษฎณา ไสยาศรี : ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร (EFFECTS OF ORGANIZING INTEGRATED MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES ON MATHEMATICAL CREATIVITY AND MATHEMATICAL KNOWLEDGE CONNECTION ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS IN SCHOOLS UNDER THE OFFICE OF THE BASIC EDUCATION COMMISSION, BANGKOK) อ. ที่ปรีกษาวิทยานินท์หลัก: อาจารย์ ดร. ยศววัฒน์ คล้ายมงคล, 170 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติ

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา จำนวน 62 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 31 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา	หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา.....	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์.....	ลายมือชื่อ อ. ที่ปรีกษาวิทยานินท์หลัก.....
ปีการศึกษา	2551.....	

48833656227 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEY WORD : EFFECTS OF ORGANIZING INTEGRATED MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES ON MATHEMATICAL CREATIVITY AND MATHEMATICAL KNOWLEDGE CONNECTION ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS IN SCHOOLS UNDER THE OFFICE OF THE BASIC EDUCATION COMMISSION, BANGKOK. PRINCIPAL THESIS ADVISOR: YURAWAT KAIMONGKOL, Ph.D., 170 pp.

The purposes of this research were: 1) to study mathematical creativity and mathematical knowledge connection ability of ninth grade students being taught by integrated mathematics learning activities. 2) to compare mathematical creativity of ninth grade students between groups being taught by integrated mathematics learning activities and by conventional approach. 3) to compare mathematical knowledge connection ability of ninth grade students between groups being taught by integrated mathematics learning activities and by conventional approach.

The population of this research was ninth grade students in schools under the Office of The Basic Education Commission, Bangkok. The samples were 62 ninth grade students of Puttajugwittaya School in academic year 2007. They were divided into two groups, one experimental group with 31 students and one control group with 31 students. The students in experimental group were taught by integrated mathematics learning activities and those in control group were taught by conventional approach. The experimental instruments were the lesson plans divided into treatment plans and conventional plans. The data collection instruments were the mathematical creativity test and mathematical knowledge connection ability test. The data were analyzed by means of arithmetic mean, percentage of mean, standard deviation and t - test.

The results of the study were as follow:

1. Mathematical creativity of ninth grade students being taught by Integrated mathematics learning activities was higher than that before using Integrated mathematics learning activities approach at a .05 level of significance.
2. Mathematical creativity of ninth grade students being taught by Integrated mathematics learning activities was higher than that of students being taught by conventional approach at a .05 level of significance.
3. Mathematical knowledge connection ability of ninth grade students being taught by Integrated mathematics learning activities was higher than that before using Integrated mathematics learning activities approach at a .05 level of significance.
4. Mathematical knowledge connection ability of ninth grade students being taught by Integrated mathematics learning activities was higher than that of students being taught by conventional approach at a .05 level of significance.

Department : Curriculum, Instruction, and Educational Technology Student' s signature

Field of Study : Mathematics Education..... Principal advisor' s signature

Academic Year : 2008.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวกและกรุณาอย่างสูงยิ่งจากการดูแลของอาจารย์ ดร. ยุรวัดณ์ คล้ายมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาให้ความรู้ ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิดที่เป็นประโยชน์ และตรวจทานแก้ไขปรับปรุงส่วนที่บกพร่องจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณท่านด้วยความเคารพอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา เอี่ยมอรพวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งให้ความกรุณาอบรมสั่งสอนให้ความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ คุณธรรม แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการศึกษา นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ คณะครุศาสตร์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้อันมีคุณค่ายิ่ง เจ้าหน้าที่ศูนย์บรรณสารสนเทศทาง การศึกษา และเจ้าหน้าที่คณะครุศาสตร์ทุกท่านที่ช่วยเหลือและดูแลนิสิตทุกคนอย่าง เป็นกัลยาณมิตร

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครู นักเรียน โรงเรียนพุทธจักรวิทยา ที่ให้ความช่วยเหลือ ร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ คณะครู อาจารย์ นักเรียน โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือในการ ทำการวิจัยอย่างดียิ่ง ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลา ในการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ท้ายที่สุดเหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และญาติ ๆ ของ ผู้วิจัยที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษา นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้องๆ สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อนุสาสทหอพักนิสิต คณะผู้ปกครองนิสิต และเจ้าหน้าที่หอพักนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มูลนิธิโรเกชั่น ตลอดจนผู้อำนวยการ คณะครูและ นักเรียนโรงเรียนบ้านหูกานบ อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนผัง.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	9
สมมติฐานการวิจัย	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	11
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	11
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
1. การสอนแบบบูรณาการ.....	16
1.1 ความหมายของการสอนแบบบูรณาการ.....	16
1.2 ประเภทของการสอนแบบบูรณาการ.....	17
1.3 หลักการสอนแบบบูรณาการ.....	19
1.4 จุดเด่นและจุดด้อยของการสอนแบบบูรณาการ.....	28
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	30
2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	30
2.2 แนวทางการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์....	32
2.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	36

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	38
3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	38
3.2 แนวทางการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	39
3.3 การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	43
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
4.1 งานวิจัยต่างประเทศ.....	46
4.2 งานวิจัยในประเทศ.....	49
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	54
2. การออกแบบการวิจัย.....	55
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	55
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	86
สรุปผลการวิจัย.....	88
อภิปรายผลการวิจัย.....	88
ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย.....	91
ข้อเสนอแนะ.....	93
รายการอ้างอิง.....	95

ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก	104
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	105
ภาคผนวก ข.....	106
หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย.....	107
ภาคผนวก ค.....	114
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	115
ภาคผนวก ง.....	136
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	137
ภาคผนวก จ.....	164
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	165
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	170

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงแบบแผนการทดลอง.....	55
2	แสดงหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หัวเรื่อง “พื้นที่ผิวและปริมาตร”	59
3	แสดงการบูรณาการเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน”	62
4	แสดงหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน”	63
5	แสดงแผนการดำเนินการทดลองในโรงเรียน	66
6	แสดงกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	67
7	แสดงผลการเปรียบเทียบค่ามัธยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ค่าที่ (t-dependent)	80
8	แสดงผลการเปรียบเทียบค่ามัธยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติโดยใช้ค่าที่(t-independent).....	83
9	แสดงผลการเปรียบเทียบค่ามัธยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยใช้ค่าที่ (t-dependent).....	84
10	แสดงผลการเปรียบเทียบค่ามัธยเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติโดยใช้ค่าที่(t-independent).....	85

11	แสดงการวิเคราะห์จำนวนคาบกับความสอดคล้องของจำนวนข้อสอบใน แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตร.....	165
12	แสดงการวิเคราะห์จำนวนคาบกับความสอดคล้องของจำนวนข้อสอบใน แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตร.....	165
13	แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 1.....	166
13	แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 1	166
14	แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถใน การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 1.....	167
15	แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถใน การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 1.....	167
16	แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 2	168
17	แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 2	168
18	แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 2	169
19	แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 2	169

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	แสดงการสร้างบทเรียนแบบบูรณาการแบบเลือกหัวเรื่อง.....	25
2	แสดงกรอบกระบวนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของผู้วิจัย.....	57
3	แสดงเนื้อหาและทักษะที่นำมาบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน”	61

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบียบใหม่ของโลกทั้งในระดับภูมิภาคและระดับนานาชาติที่มาพร้อมกับโลกาภิวัตน์ได้สร้างความรุนแรงในการแข่งขันขึ้น มีความจำเป็นที่จะต้องเสริมสร้างฐานความรู้ที่เข้มแข็งให้กับประเทศเพื่อความสามารถในการปรับตัว รู้เท่าทัน ไม่ตกอยู่ในฐานะผู้เสียเปรียบ แผนการศึกษาแห่งชาติ(พ.ศ.2545-2559) ได้กำหนดแนวนโยบายเพื่อดำเนินการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพึ่งพาตนเอง และเพิ่มสมรรถนะการแข่งขันในระดับนานาชาติ โดยมุ่งพัฒนาความสามารถด้านความรู้ ความเข้าใจ และการใช้ศักยภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

วิชาคณิตศาสตร์เป็นรากฐานสำคัญของความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ดังที่กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่นเดียวกับที่สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวไว้โดยสรุปว่า การที่ประเทศจะมีเทคโนโลยีขั้นสูงก้าวหน้าเป็นของตนเองได้นั้น ต้องอาศัยการวิจัยค้นคว้าเป็นเวลานานและต่อเนื่อง เทคโนโลยีขั้นสูงเป็นเรื่องของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้วิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงในการอธิบาย การทดลองและการทำนายผลลัพธ์ ดังนั้นการที่จะส่งเสริมให้ประเทศสามารถพัฒนาเท่าเทียมเพื่อแข่งขันกับประเทศอื่นๆ จำเป็นต้องพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์นอกจากเป็นรากฐานของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544:1) นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตตั้งที่ยุพิน พิพิธกุล (อ้างถึงในนิสากร ปานประสงค์, 2544: 82) ได้กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่ยาก เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร ก็นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน แต่ถ้าเรียนในขั้นสูงขึ้นอยู่กับว่าแต่ละคนจะนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในทางใด เช่นเดียวกับที่ อารีณะ วีรวุฒิน (2544: 72) กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันตั้งแต่ตื่นขึ้นมา เช่น ใช้ตัวเลขในการแทนค่า ใช้สูตรคูณแม่ 5 ช่วยในการดูเวลา คณิตศาสตร์ช่วยให้เป็นนักช้อปปิ้งที่ชาญฉลาด เราเลือกได้ว่าประกันภัยแบบไหนที่เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุด ต่อเติมบ้านได้อย่างงบประมาณไม่บานปลาย

ตลอดจนเข้าใจการเพิ่มขึ้นของประชากร สามารถคำนวณได้ล่วงหน้าว่าเงินเกษียณอายุจะเป็นเท่าไร อีกประเด็นหนึ่งคือ วิชาคณิตศาสตร์ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งเช่นเดียวกับศิลปะอื่นๆ นักคณิตศาสตร์จะเป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีจินตนาการ มีความคิดริเริ่ม ซึ่งสามารถสร้างสรรค์โครงสร้างใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมา (ยุพิน พิพิธกุล, 2546: 2) นอกจากนี้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยเพิ่มโอกาสและความก้าวหน้าให้กับผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณค่ามากกว่าผู้ที่ไม่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หรือมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์น้อยกว่า (น้อมศรี เคท, 2547: 18)

ด้วยวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญกระทรวงศึกษาธิการได้จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในทุกระดับชั้น โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 2) จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คือการที่ให้ผู้เรียน มีความสามารถทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ รวมทั้งด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

อย่างไรก็ตามจากข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2547 ของสำนักทดสอบทางการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ 34.88 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2547) แสดงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

การที่ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำอาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของครู สอดคล้องกับที่ว่า การจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนใช้วิธีการสอนที่ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนจึงได้รับการฝึกประสบการณ์ที่ไม่เหมาะสม ครูมักจะสอนนักเรียนทั้งชั้นด้วยวิธีการเดียวกัน ฝึกทักษะและประเมินผลเหมือนกันทุกคน ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน และไม่สนใจ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2542: 196) การที่ครูใช้วิธีสอนเน้นการบรรยาย และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหามากกว่ากระบวนการ ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้ร่วมกันคิด แก้ปัญหาที่กำลังเรียน เมื่อครูใช้วิธีดังกล่าวเป็นประจำผู้เรียนจึงเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สนใจเรียน ไม่เกิดการเรียนรู้ ไม่เกิดมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนและไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้ได้ถูกต้อง

นอกจากนั้น การสอนคณิตศาสตร์ที่ไม่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนเรียนอย่างไม่มี ความหมาย ดังที่ Cangelosi (1996) กล่าวว่า การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จ

เท่าที่ควร เนื่องมาจากการสอนคณิตศาสตร์แบบเดิมที่แยกเป็นรายวิชาเดี่ยวๆ ไม่นำมโนทัศน์บูรณาการกับสาขาวิชาอื่นๆ และสัมพันธ์กับโลก แสดงให้เห็นว่าการที่ผู้เรียนมีผลการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ดีอาจเกิดจากผู้เรียนขาดการเชื่อมโยงและการผสมผสานความรู้ไปประยุกต์ใช้ ดังนั้นจึงควรปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนของคุณให้มีการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

จากการค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัย การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ของคุณหลายประการ ประการแรกการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังที่อัมพร มาคนอง(2547: 52) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการนำกระบวนการเรียนรู้จากกลุ่มสาระเดียวกันหรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้มาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอน เป็นการเชื่อมโยงความรู้ แนวคิด และทักษะต่างๆ จากสาขาวิชาที่หลากหลาย และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นแนวทางหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เช่นเดียวกับบวลัย พานิช (2544: 164) ที่กล่าวว่าองค์ประกอบที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการ จะต้องมีเนื้อหาสาระจากหลายวิชาเป็นสื่อ โดยผ่านวิธีการสอนที่มีกระบวนการเรียนรู้หลายรูปแบบ และเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ประการที่สองการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ดังที่ อุดม เขยกีวงศ์ (2545: 51-52) กล่าวถึงจุดเด่นของการบูรณาการไว้ว่า สนองความสามารถของผู้เรียน ซึ่งมีหลายด้าน เช่นเดียวกับ สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์ (2546: 14) ที่ว่า การสอนแบบบูรณาการจะช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถทางสติปัญญาที่หลากหลาย และตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคนเป็นอย่างดี

ประการต่อมาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความหมายเป็นการสอนที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ดังที่พร้อมพรรณ อุดมสิน(2547: 148) กล่าวไว้ว่า การบูรณาการแนวคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ หรือระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยการมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ หรือการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงซึ่งเป็นศาสตร์อื่นๆ ทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้น เช่นเดียวกับ วิเศษ ชินวงศ์ (2544: 39) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสอดคล้องกับความเป็นธรรมชาติ ความรู้ที่ได้รับถูกเก็บไว้ในสมองเพื่อสัมพันธ์เรื่องราวสิ่งต่างๆ รอบตัวไม่ให้ถูกเก็บไว้เพียงลำพัง แต่ก่อให้เกิดความหมายเป็นความรู้ใหม่ที่ลึกซึ้งซับซ้อนกว่าเดิม

นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการยังส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร ส่งเสริมทักษะในการแสวงหา

ความรู้ด้วยตนเอง และส่งเสริมทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ เน้นการสอนที่เป็นบูรณาการให้ผู้เรียนได้ใช้เทคนิคที่หลากหลาย ฝึกให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ ด้วยวิธีสืบสอบ หรือการแก้ปัญหา เน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวผสมกันไป (วลัย พานิช, 2544: 173) อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการและด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์เพิ่มขึ้น (จิตติวิมล คล้ายสุบรรณ, 2548: 23)

ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่งที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมวิชาการ, 2545: 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังที่ จันทรจักรัส ตันทวิสุทธิ (2528: 76-79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสังคมศึกษา โดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครูพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับ บรรจงลักษณะ แจ่มพุ่ม (2533: 96-97) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ก่อนและหลังการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้งานวิจัยของธนพงษ์ อมฤตวิสุทธิ(2542: 40-44) ซึ่งศึกษาการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันในทางบวกในระดับสูงที่ระดับนัยสำคัญ .01 จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นแนวทางส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นอีกทักษะกระบวนการหนึ่งในวิชาคณิตศาสตร์ ประสพการณ์ที่ครูจัดให้นักเรียนเป็นตัวกำหนดคุณภาพของการเรียนรู้ของนักเรียน ความเข้าใจคณิตศาสตร์จะพอกพูนขึ้นเรื่อยๆ หากได้รับประสบการณ์ที่ลุ่มลึก และเชื่อมโยงกันเนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้น การที่จะเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งมีเรื่องที่ต้องเรียนรู้มาก่อน(ดวงเดือน อ่อนน้อม, 2547: 6) ดังนั้นทักษะกระบวนการเชื่อมโยงจึงมีความจำเป็น ซึ่งพร้อมพรรณ อุดมสิน(2547: 148) ได้กล่าวว่าประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยการมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ หรือการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงจึงจะทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้น นอกจากนี้อัมพร ม้าคนอง(2547: 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงมี

ความสำคัญ และจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับสาขาอื่นๆ ได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป

ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน แต่สิ่งที่เป็นปัญหาคือแนวทางหรือวิธีการพัฒนาทักษะนี้ในห้องเรียนยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร (อัมพร ม้าคนอง, 2547: 101) ซึ่งดวงเดือน อ่อนน้อม (2547: 50) เสนอว่าการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อาจเกิดได้จากการเตรียมวางแผนไว้ก่อน หรืออาจเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติเมื่อครูกำลังสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หากมีประเด็นที่สามารถเชื่อมโยงได้ครูควรเชื่อมโยงทันที การสอนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ อาจกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ซึ่งเป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ อาจจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนร่วมกับวิชาอื่นๆ ก็ได้

ในทำนองเดียวกันกระทรวงศึกษาธิการ(2546: 7) ซึ่งได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of learning) การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการจะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริงได้ และในทางกลับกันก็จะสามารถเชื่อมโยงเรื่องของชีวิตจริงภายนอกห้องเรียนเข้ากับสิ่งที่เรียนได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งที่ตนเรียนมีประโยชน์หรือนำไปใช้จริงได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในลักษณะองค์รวม ไม่ว่ารายวิชาใดก็สามารถจะใช้วิธีบูรณาการได้ทั้งสิ้น ข้อสำคัญอยู่ที่ความสามารถในการบูรณาการที่ดี เช่นเดียวกับ สมศักดิ์สินธุระเวชญ์ (2544: 36-40) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการจะทำให้เกิดการเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นความรู้ที่ได้รับ เก็บไว้ในสมองกับเหตุการณ์เรื่องราว สิ่งต่างๆ รอบตัว หรือเนื้อหาอื่นๆ ซึ่งมีผลทำให้ความรู้ไม่ถูกเก็บไว้ในสมองแต่เพียงลำพัง แต่ถูกเชื่อมโยงไปจนเกิดความหมายที่เป็นความรู้ใหม่ที่ซับซ้อนกว่าเดิม

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงของสมบัติแสงทองคำสุก (2545) ซึ่งได้พัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการทดลองสูงกว่าก่อนได้รับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับนงลักษณ์ แก้วมาลา (2547) ที่ได้สร้างชุดกิจกรรม

เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการทดลองสูงกว่าก่อนได้รับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นแนวทางในการส่งเสริมทักษะกระบวนการเชื่อมโยงให้กับผู้เรียน

การบูรณาการ (Integration) หมายถึงการทำให้หน่วยย่อยๆ ทั้งหลายที่สัมพันธ์อิงอาศัยซึ่งกันและกัน เข้ามาร่วมกันทำหน้าที่ประสานกลมกลืนเป็นองค์รวมหนึ่งเดียวกัน และมีความสมบูรณ์ในตัว (พระธรรมปิฎก, 2540: 30) จากการค้นคว้าเอกสารพบว่า การบูรณาการแบ่งเป็นการจัดหลักสูตรแบบบูรณาการและการเรียนการสอนแบบบูรณาการ การจัดหลักสูตรแบบบูรณาการเป็นวิธีที่กระทำได้ยาก เพราะต้องอาศัยความร่วมมือจากครูผู้สอนหลายคนมาปรึกษาหารือร่วมกัน แต่การเรียนการสอนแบบบูรณาการมุ่งให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเชื่อมโยงความคิดในเนื้อหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เป็นการบูรณาการทั้งด้านเนื้อหาสาระและวิธีการ ซึ่งครูสามารถทำคนเดียวได้ การบูรณาการมีหลายลักษณะหลายแนวความคิด แต่ละลักษณะเอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นอย่างดี ครูอาจบูรณาการหลายลักษณะเข้าด้วยกัน ซึ่งอัมพร ม้าคะนอง (2547: 52) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการว่าเป็นการใช้แนวคิดผสมผสานความรู้วิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน แบ่งเป็น 2 วิธีการ คือ การบูรณาการเชิงเนื้อหา (Content Integration) และการบูรณาการเชิงวิธีการ (Process Integration) อีกแห่งหนึ่งการบูรณาการแบ่งเป็นการบูรณาการหลักสูตร และการบูรณาการการเรียนการสอน ซึ่งการบูรณาการการเรียนการสอน แบ่งเป็นการบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) และการบูรณาการผสมผสาน(Integrated) ซึ่งยุพิน พิพิธกุล (2546: 200) ให้ความเห็นว่าการบูรณาการที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียวเป็นการบูรณาการแบบผสมผสาน (Integrated) เป็นการรวมระหว่างการผสมผสานเนื้อหาหลายวิชาเข้ากับกิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดครูผู้สอนคนเดียวในการเชื่อมโยงเนื้อหาทักษะที่เกี่ยวข้องเข้ามาในการสอนของตน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการในงานวิจัยครั้งนี้จะยึดตามแบบผสมผสาน(Integrated) เป็นการเรียนการสอนโดยผู้สอนคนเดียวสอดแทรกความรู้ทั้งเนื้อหา และทักษะและกระบวนการที่ผู้เรียนเรียนมาแล้วและเกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นแกนหลัก จุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในบริบทที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและเกิดผลการเรียนรู้ที่สมดุลกันทุกด้าน

ด้านการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการวลัย พานิช (2544: 166) กล่าวว่า การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการจัดแบบหน่วยบูรณาการ (Integrated Unit หรือ Interdisciplinary Unit) ซึ่งมีการบูรณาการเชิงเนื้อหา และกระบวนการ

(วิธีการ) เนื้อหาวิชาที่จะบูรณาการมีตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ถ้ามีการจัดบทเรียนเป็นหัวเรื่อง แต่ไม่มีการเชื่อมโยงเนื้อหาไม่เรียกว่าหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้านการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ Bob Trammel (2000: Online) ได้กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการไม่ใช่การเรียงเนื้อหาคณิตศาสตร์แบบใหม่เพียงอย่างเดียว แต่ยังหมายถึงการจัดระบบการเรียนการสอนแบบใหม่ด้วย นั่นคือการจัดหน่วยการเรียนรู้ของตนเอง เช่นเดียวกับ Donna F. Berlin (2001: Online) ซึ่งกล่าวว่าการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการอย่างแท้จริงในระดับมัธยมศึกษา ต้องเป็นการเชื่อมกันระหว่างการจัดหน่วยการเรียนรู้ บทเรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เนื้อหาที่เรียนเน้นความเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ผ่านประสบการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ กิจกรรมการเรียนรู้อาจเป็นการใช้ปัญหาเป็นหลัก โครงการ หรือหน่วยการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยการจัดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นหัวเรื่องโดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นแกนสอดแทรกเนื้อหาทักษะที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องจัดทำเป็นหน่วยย่อย และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เนื้อหาที่เรียนเน้นความเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ผ่านประสบการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่องที่นักศึกษาค้นคว้าวิจัย เนื่องจากหลายประเด็น ประเด็นแรกพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้เสนอแนวการจัดการศึกษาในหมวด 4 มาตรา 23 ไว้ว่าการจัดการศึกษาทุกประเภท ต้องเน้นความสำคัญทั้งคุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และการบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) อย่างไรก็ตามแม้จะมีความพยายามในการจัดหลักสูตรลักษณะบูรณาการที่ผ่านมาในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) เช่น ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์อาชีพที่รวมเอาวิชา วิทยาศาสตร์ สุขศึกษา และสังคมศึกษาเข้าไว้ในกลุ่มเดียวกัน แต่จากคำอธิบายในหน่วยต่างๆ ยังแยกเป็นเอกเทศ ขาดการเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน (วิเศษ ชิดวงศ์, 2544: 27) ถึงแม้ว่าแผนการศึกษาแห่งชาติ และหลักสูตรชั้นต่างๆ ที่ใช้ในปัจจุบันนี้ได้เน้นเรื่องการเรียนรู้บูรณาการเป็นอย่างมาก แต่ในทางปฏิบัติการศึกษาแบบบูรณาการก็ยังไม่เข้าถึงชั้นเรียนตามที่เอกสารได้ระบุไว้ ในการสอนในชั้นเรียนยังเป็นการปฏิบัติแบบเดิม เน้นรายวิชาอยู่ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการขาดการนำไปปฏิบัติอย่างจริงจัง

ประเด็นที่สองมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยดังกล่าวน้อยมากและครูยังไม่เข้าใจกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ ดังที่ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา(2547: 134) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ เป็นสิ่งที่ส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา หากมีการวิจัยและศึกษาระบบ

การสอน ที่มีขั้นตอนชัดเจน การจัดลำดับอย่างเป็นระเบียบ ออกแบบวัสดุการสอน มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งยังพบว่ามีการศึกษาวิจัยรูปแบบดังกล่าวน้อยมากในประเทศไทย และจากการศึกษาของลำอาง ใจการณ์ (2544: ข) พบว่า ความคิดเห็นของข้าราชการครูต่อการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ ข้าราชการครูมีความคิดเห็นด้านความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการในระดับปานกลางโดยมีความคิดเห็นต่ำที่สุดในด้านความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

ประเด็นถัดมาถึงแม้จะมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการบ้างแล้วก็ยังมีการค้นพบที่น่าสงสัย ซึ่งจากข้อสังเกตของ Daniel el Ken (อ้างถึงใน สำนักงานโครงการพัฒนาศูนย์พัฒนาระยะยาว, 2540) ที่ทำการทดลองระยะยาวเกี่ยวกับการศึกษาแบบบูรณาการ โดยศึกษาระยะแปดปี กล่าวว่าข้อค้นพบเกี่ยวกับหลักสูตรบูรณาการไม่สามารถสรุปออกมา แน่นนอน เนื่องจากมีการลำเอียงเข้าข้างหลักสูตรเก่าก่อน โดยการใช้ข้อสอบมาตรฐานสอบแทนที่จะมีการวัดประสพการณ์ที่ได้รับมากกว่า ซึ่งแสดงถึงความคลุมเครือของงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการซึ่งต้องได้รับการพิสูจน์

ประเด็นสุดท้ายคือการขัดแย้งของข้อค้นพบในงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ มีงานวิจัยที่แสดงว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการไม่มีผลที่แตกต่างจากกลุ่มปกติ ซึ่ง Phelps (1979: 179A) ได้ทำการศึกษาผลของการบูรณาการกิจกรรมการเชื่อมโยงประโยค และวิธีการส่งเสริมการอ่านและการเขียนของนักเรียนระดับ 8 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอ่านและการเขียนของนักเรียนระดับ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ Terrell (1979: 74A) ที่ทำการศึกษานบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษในหลักสูตรธุรกิจศึกษาได้พบว่า หลังจากใช้วิธีบูรณาการเข้าไปแล้วไม่มีผลที่แตกต่างเลย และสอดคล้องกับที่สุนันท์ กล่อมฤทธิ์ (2547) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ท 32101 ภาษาไทย เรื่อง ขุนช้างขุนแผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติซึ่งพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ท 32101 ภาษาไทย ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่งานวิจัยของ จันทร์จรัส ตันทสุทธิ (2528), อนันต์ โพธิกุล (2543), สุคนธ์ทิพย์ ตาสิงห์ (2543), สมบัติ แสงทองคำ (2545), งามอาจ ชีมรัมย์ (2546) และ กัญญา จันทะไพร (2548) กลับชี้ให้เห็นว่าหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการในกลุ่มทดลอง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นหรือแตกต่างจากกลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ

การศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติ

สมมติฐานการวิจัย

จันทร์จรัส ตันทวิสุทธิ (2528: 76 -79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสังคมศึกษา โดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับ บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533: 96-97) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ก่อนและหลังการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการส่งเสริมการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน งานวิจัยของ ธนพงษ์ อมฤตวิสุทธิ (2542: 40-44) ซึ่งศึกษาการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใน

ชีวิตประจำวันของนักเรียน พบว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันในทางบวกในระดับสูงที่ระดับนัยสำคัญ .01

ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อนันต์ โภธิกุล (2543: ง) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของนักเรียนจากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความสามารถการแก้ปัญหาสูงต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้สูงด้วยตามที่ (สสวท,2540) ได้กล่าวว่ นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้องอาจ ชิมรัมย์ (2546: ง) ได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง “คณิตศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน” โรงเรียนวัดเวฬุวนาราม (สินทรัพย์อนุสรณ์) จังหวัดกรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการ ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และจากที่สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544: 36 -40) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการจะทำให้เกิดการเชื่อมโยงสิ่งที่เป็นความรู้ที่ได้รับ เก็บไว้ในสมองกับเหตุการณ์เรื่องราว สิ่งต่างๆ รอบตัว หรือเนื้อหาอื่นๆ ซึ่งมีผลทำให้ความรู้ไม่ถูกเก็บไว้ในสมองแต่เพียงลำพัง แต่ถูกเชื่อมโยงไปจนเกิดความหมายที่เป็นความรู้ใหม่ที่ซับซ้อนกว่าเดิม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

2.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ

2.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของสาระการเรียนรู้พื้นฐาน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การบูรณาการ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน โดยจัดให้ผู้เรียนได้ใช้เนื้อหา ทักษะต่างๆ มาใช้ในการเรียนรู้ภายใต้หัวข้อเรื่องที่กำหนด หรือนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้นอกกลุ่มสาระ หรือในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ครูวางแผนการสอนคนเดียวสอดแทรก เนื้อหาและทักษะอื่นๆ เข้าไปในเนื้อหาพื้นที่ผิวและปริมาตรในวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นแกนภายใต้หัวข้อเรื่อง งานเลี้ยงในฝัน มีการเชื่อมโยง

เนื้อหา เรื่อง รูปเรขาคณิต การวัด หน่วยการวัด การตวง การประมาณค่า อัตราส่วน สัดส่วน สารอาหาร สมบัติของสาร ปริมาตรจากการแทนที่น้ำ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หลักความพอประมาณ ความมีเหตุผล การออม อาหารและโภชนาการ ส่วนประกอบของอาหาร การจัดโต๊ะอาหาร ชนิดของงานเลี้ยง และทักษะการคำนวณ การคาดคะเน การสังเกต การออกแบบ การวาดภาพสามมิติ การตกแต่ง ทักษะทางสังคม มารยาทการรับประทานอาหาร จากนั้นนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยใช้แนวคิดการสอนเพื่อให้เกิดการบูรณาการของ Lardizabal และคณะ (1970) เป็นหลักซึ่งมี 4 ขั้นตอนคือ ขั้นนำ (Initiating the Unit) ขั้นปฏิบัติ (Point of Experience) ขั้นกิจกรรมสรุป (Culminating Activities) และขั้นประเมินผล (Evaluation) แล้วผู้วิจัยสอดแทรกแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ของกระทรวงศึกษาธิการ (2545: 35) โดยเพิ่มการเชื่อมโยงในขั้นกิจกรรมสรุปให้มีการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเพื่อให้เกิดการบูรณาการ และเพิ่มการนำไปใช้เข้าไปในขั้นประเมินผลให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอดที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของวิชาคณิตศาสตร์และบริบทของนักเรียนไทย ขั้นตอนที่สังเคราะห์ขึ้นเป็นดังนี้

2.1 ขั้นนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ (Initiating the Unit) โดยครูสร้างความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ โดยอาจใช้วิธีการอภิปราย ชักถาม หรือ ใช้สื่อประเภทต่างๆ เพื่อเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้นั้นๆ ครูอาจทบทวนความรู้เดิม หรือเพิ่มความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมก่อนขั้นสร้างประสบการณ์

2.2 ขั้นสร้างประสบการณ์ (Point of Experiencing) โดยครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย เป็นกลุ่มหรือเดี่ยวแล้วแต่ความเหมาะสมของกิจกรรม ซึ่งนักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ แบบการแก้ปัญหา แบบสืบสวนสอบสวน กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การสำรวจหรือการศึกษาค้นคว้า เน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน มากกว่าการสอนของครู ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง มากกว่าการเรียนในห้องเรียน แบ่งประสบการณ์เป็น 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ผู้เรียนใช้ความคิดรวบยอดที่เรียนมา ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง และแบบที่ 2 ผู้เรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง แล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอด

2.3 ขั้นสรุปเชื่อมโยง (Culminating Activities) โดยครูให้นักเรียนสรุปเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม โดยร่วมกันคิดสรุปหลักการ และมโนทัศน์ในเนื้อหาที่เรียน เพื่อผสมผสานประสบการณ์ ความคิดรวบยอด หลักการและกฎเกณฑ์ย่อยๆ สู่การสร้างความคิดรวบยอดที่มีความหมายและกระจ่างยิ่งขึ้น อาจมีการแสดงผลงานของกลุ่ม เพื่อให้เห็นความคิดที่แตกต่างหลากหลายในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ

2.4 ช้่นนำไปใช้ และประเมินผล (Evaluation) โดยครูให้นักเรียนนำความคิดรวบยอดและหลักการที่ได้รับไปใช้ฝึกทักษะและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ ทำเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวผสมผสานกันไปตามความเหมาะสม การประเมินผลจะประเมินโดยครูและนักเรียน เน้นการประเมินตามสภาพจริงจากชิ้นงานหรือภาระที่ให้นักเรียนปฏิบัติ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งจัดทำโดยสำนักงานส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของนักเรียนที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกลหลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลงผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่ ซึ่งวัดออกมาได้เป็นคะแนน จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้แนวคิดของ Torrance (1962: 34-38)

5. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเนื้อหา และความคิดรวบยอดในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยวิเคราะห์ว่ามีเนื้อหา และความคิดรวบยอดใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แต่ละเนื้อหาและความคิดรวบยอดนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร รวมทั้งนำความสัมพันธ์ดังกล่าวไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และขยายแนวคิดไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกัน โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

5.1 สามารถมองปัญหาที่กำหนดให้โดยภาพรวมแล้ววิเคราะห์ว่ามีเนื้อหา คณิตศาสตร์หรือเนื้อหาอื่นๆ ใดบ้างที่เกี่ยวข้อง

5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและความคิดรวบยอดทั้งระหว่าง คณิตศาสตร์และเนื้อหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยบอกสูตร หลักการ หรือสมการ

5.3 สร้างความหมายของความสัมพันธ์ของเนื้อหาและความคิดรวบยอดโดยการเขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบมาพอสังเขป

5.4 ขยายแนวคิด หลักการ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน โดยที่

5.4.1 ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกัน หรือ

5.4.2 วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องโดยภาพรวม โดย

บอกได้ว่ามีเนื้อหาใดที่เหมือนกับสถานการณ์เดิม และเนื้อหาใดที่เป็นเนื้อหาใหม่

ซึ่งความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์วัดออกมาได้เป็นคะแนนจากแบบวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
2. เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

1. การสอนแบบบูรณาการ

ความหมายของการสอนแบบบูรณาการ

ประเภทของการสอนแบบบูรณาการ

หลักการสอนแบบบูรณาการ

จุดเด่นและจุดด้อยของการสอนแบบบูรณาการ

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แนวทางการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

แนวทางการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์

การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. การสอนแบบบูรณาการ

1.1 ความหมายของการสอนแบบบูรณาการ

คำว่า “บูรณาการ” (Integration) ได้มีผู้ให้ความหมายต่างๆ กัน ดังนี้

Good (1973: 308) กล่าวว่า บูรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติในการที่จะรวบรวมรายวิชาต่างๆ ที่แตกต่างกันแล้วนำมารายงานผลหรือแสดงออกมาในเชิงกิจกรรมหรือโครงการเดียวกัน

สาโรช บัวศรี (2521: 3-12) กล่าวว่า บูรณาการหมายถึง ความสมบูรณ์ คือ ปราศจากความกังวล ปราศจากความทรมานใจ และทรมานกาย ปราศจากปัญหาที่ร้ายแรงจนแก้ไขไม่ไหว บูรณาการกับความสมดุล (Equilibrium) มีความหมายทำนองเดียวกันการมีสมดุลหรือการมีความสมบูรณ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นและพึงประสงค์ยิ่งในชีวิตมนุษย์ทุกคน ด้านการเรียนการสอน วิธีสอนที่จะช่วยฝึกให้นักเรียนได้คิดเป็น แก้ปัญหาเป็นจะช่วยก่อให้เกิดบูรณาการขึ้นเมื่อเด็กรู้วิธีแก้ปัญหาเขาจะนำติดตัวไปใช้

บันลือ พุกษะวัน (2527: 1-2) ได้กล่าวว่า บูรณาการมีความหมายอยู่ 2 นัย คือ

นัยแรก บูรณาการ เป็นจุดหมายปลายทางของการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ มุ่งให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทุกๆ ด้าน

นัยที่สอง บูรณาการ คือการจัดเนื้อหาวิชาต่างๆ ให้ผสมผสานผูกพันกัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2544: 158) ได้กล่าวว่า การบูรณาการ หมายถึง การเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์หรือเนื้อหาสาขาวิชาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันผสมผสานเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย มีความหลากหลายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน

ลำลี รักสุทธิ และคณะ (2544: 3) ได้กล่าวว่า การบูรณาการ หมายถึง การนำเอาศาสตร์ต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการ การจัดการเรียนการสอนให้เกิดประโยชน์

พระธรรมปิฎก (2540) ได้กล่าวไว้ว่า การบูรณาการแปลว่าการทำให้สมบูรณ์ หมายถึง การนำหน่วยย่อยอันหนึ่งเข้ารวมกับหน่วยย่อยอื่นๆ ภายในองค์รวมเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์

วิเศษ ชิดวงศ์ (2544) ได้ให้ความหมายของการบูรณาการ หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนโดยมีการเชื่อมโยงและผสมผสานกระบวนการสอน การสร้างคุณธรรม ให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนให้นำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2548) ได้ให้ความหมายของการบูรณาการการเรียนการสอนว่า หมายถึง การจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือตอบปัญหาที่สงสัย ด้วยการผสมผสานสาระ กระบวนการ วิธีสอน เทคนิค ที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติด้วยการสอดแทรกสาระความรู้อื่นๆ และคุณธรรมจริยธรรมอย่างเหมาะสม เกิดความสมบูรณ์ อย่างสมดุล เหมือนเป็นชีวิตของผู้เรียน

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การบูรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงศาสตร์หรือเนื้อหาสาขาวิชาต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเข้าเป็นสิ่งเดียวกัน เป็นการทำให้หน่วยย่อยต่างๆ เชื่อมโยงกันอย่างสมบูรณ์และกลมกลืน เพื่อให้เกิดความรู้ เพื่อประโยชน์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

1.2 ประเภทของการสอนแบบบูรณาการ

มีนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของการสอนแบบบูรณาการไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

Lardizabal และคณะ (1970: 142-143) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการต้องยึดหลักการสำคัญที่ว่า แกนกลางของประสบการณ์อยู่ที่ความต้องการของผู้เรียนและประสบการณ์การเรียนรู้จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Unit)

หน่วยการเรียนรู้อาจแยกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท

1. หน่วยเนื้อหาวิชา (Subject-Matter Unit) เป็นการเน้นเนื้อหาในตำราหรือจัดเป็นหัวข้อเรื่องต่างๆ เน้นหลักการหรือสิ่งแวดล้อม

2. หน่วยความสนใจ (Center of Interest Unit) จัดเป็นหน่วยขึ้นโดยมีพื้นฐานความสนใจและความต้องการ หรือจุดประสงค์เด่นๆ ของผู้เรียน

3. หน่วยเสริมสร้างประสบการณ์ (Integrative Experience Unit) เป็นกระบวนการรวมประสบการณ์หรือจุดเน้นอยู่ที่ผลการเรียนรู้และสามารถนำไปสู่การปรับพฤติกรรม การปรับตัวของผู้เรียน

หน่วยดังกล่าวหมายถึง กลุ่มหรือกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จัดไว้เพื่อสนองจุดมุ่งหมายหรือสำหรับแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง การเรียนเริ่มจากจุดสนใจใหญ่แล้วแยกไปสู่กิจกรรมในแง่มุมต่างๆ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดไว้ได้

Ross, Ann และ Karen Olsen (1993) ได้เสนอรูปแบบการบูรณาการสำหรับโรงเรียนมัธยมต้นและมัธยมปลาย ซึ่งมีรูปแบบการบูรณาการวิชาเดียว (Single Subject Integration) ซึ่งนำเสนอเนื้อหาของวิชาๆ เดียวตามที่ปรากฏในชีวิตจริง และต้องการให้นักเรียนได้ใช้ทักษะในบริบทที่มีความหมาย

สำนักงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (2540: 7) ได้แบ่งลักษณะการสอนแบบบูรณาการไว้ 2 แบบ คือ การบูรณาการภายในวิชาและบูรณาการระหว่างวิชา โดยการบูรณาการภายในวิชา มีจุดเน้นภายในวิชาเดียวกัน ส่วนการบูรณาการระหว่างวิชาเป็นการเชื่อมโยงหรือรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไปภายใต้หัวข้อเรื่อง (Theme) เดียวกันผสมผสานความรู้ความเข้าใจและทักษะมากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง การจัดกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการจัดได้ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก
2. การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน
3. การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ
4. การสอนบูรณาการแบบข้ามวิชาหรือเป็นคณะ

ยุพิน พิพิธกุล(2545: 200) กล่าวว่า รูปแบบการบูรณาการที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว

อัมพร ม้าคนอง (2547: 52) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นการใช้แนวคิดผสมผสานความรู้วิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน แบ่งเป็น 2 วิธีการ คือ การบูรณาการเชิงเนื้อหา (Content Integration) และการบูรณาการเชิงวิธีการ (Process Integration) และอาจจะมองในแง่ของการบูรณาการหลักสูตร และการบูรณาการการเรียนการสอน ซึ่งการบูรณาการการเรียนการสอน

แบ่งเป็น การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel) การบูรณาการสหวิทยาการ (Interdisciplinary) และการบูรณาการผสมผสาน (Integrated)

จากความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการต้องทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่สัมพันธ์เชื่อมโยงเนื้อหา และทักษะที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องที่กำหนด การบูรณาการที่เหมาะสมกับวิชาคณิตศาสตร์ คือ การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียวผสมผสานเนื้อหา และทักษะในวิชาอื่น ตามที่ปรากฏในชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะในบริบทที่มีความหมาย

1.3 หลักการสอนแบบบูรณาการ

นักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ การสร้างบทเรียนบูรณาการ ตลอดจนแนวทางการสอนแบบบูรณาการ ดังนี้

Lardizabal และคณะ (1970: 144-148) ได้เสนอขั้นตอนในการสอนแบบบูรณาการดังนี้

1. ขั้นนำ (Initiating the Unit) เป็นขั้นที่ครูสร้างความสนใจหรือชี้แนวทางให้ผู้เรียนตระหนักถึงปัญหาที่ประสบอยู่ ครูอาจมีวิธีเริ่มหน่วยได้หลายวิธี เช่นการจัดสภาพห้องเรียนให้สร้างความสนใจใคร่รู้ ใช้โอกาสพิเศษและเหตุการณ์สำคัญเป็นการเริ่มหน่วย การศึกษานอกสถานที่ ปัญหาต่างๆ ในครอบครัวหรือโรงเรียน อาจนำมาใช้เป็นการเริ่มต้นหน่วยได้ หน่วยการเรียนอาจเริ่มจากข้อเสนอแนะบางด้านของโรงเรียนหรือท้องถิ่น ปัญหาดังกล่าวนำไปสู่การกระทำ ครูอาจตั้งคำถามว่าเราจะแก้ปัญหานี้อย่างไร จะต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้างและอะไรเป็นปัญหาย่อยที่เราต้องแก้ไขก่อนปัญหาใหญ่

2. ขั้นปฏิบัติ (Point of Experience) เป็นขั้นที่ครูเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนพิจารณาตั้งจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหาตามกิจกรรมต่างๆ ที่ครูเสนอแนะ การทำกิจกรรมอยู่ภายใต้การแนะนำของครูมีการแบ่งกลุ่มและหน้าที่กัน ในขั้นนี้การแนะนำของครูเป็นสิ่งจำเป็น ครูต้องมีทักษะและความสามารถในการแนะนำกิจกรรมต่างๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองตามความถนัดมากที่สุด กิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การค้นคว้า การเก็บรวบรวมข้อมูล การรวบรวมวัสดุ อุปกรณ์ การอ่าน การทัศนศึกษา การเขียนและแปลความจากภาพ สถิติ การสัมภาษณ์ เป็นต้น

3. ขั้นกิจกรรมสรุป (Culminating Activities) ในขั้นนี้ครูต้องเน้นที่การบูรณาการ (Integration) ของหน่วยผู้เรียนสรุปกิจกรรมโดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำในขณะทำกิจกรรมแบบหน่วย ผู้เรียนต่างแบ่งงานกันทำ ดังนั้นการผสมผสานงานทุกด้านเข้าด้วยกันเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

ผู้เรียนควรได้รับคำแนะนำให้สังเกตค้นคว้าหาว่ากิจกรรมของตน สามารถตอบปัญหาในกลุ่มใหญ่ ได้อย่างไรและในการเสนอผลงานของตนให้เพื่อนๆ ที่ไม่ได้ทำกิจกรรมส่วนนั้นได้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง การใช้การสื่อความหมายอย่างไรจึงจะมีประสิทธิภาพ วิธีการกลุ่มแลกเปลี่ยนหรือรายงานการ ค้นคว้าของตนเป็นโอกาสของการเรียนรู้ที่มีคุณค่า ฝึกการแสดงออกในทางสร้างสรรค์ (Creative Expression) การที่ผู้เรียนโยงความสัมพันธ์ของกิจกรรมหน่วยย่อยเข้าด้วยกันเป็นงานของกลุ่ม ใหญ่ ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้านเนื้อหา ฝึกทักษะความสามารถและพัฒนาเจตคติ ในการเสนอ ผลงานผู้เรียนกระทำได้หลายวิธี เช่น จัดแสดงนิทรรศการ การสาธิต การทดลอง การแสดงละคร การรายงาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลงานเหล่านี้จะต้องมีการอภิปรายกลุ่มตามมา

4. ชั้นประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลถือเป็นกระบวนการต่อเนื่องในทุก ระยะเวลาของการเรียนการสอนไม่ได้หมายถึงการวัดผลขั้นสุดท้ายเท่านั้น การประเมินผลอาจแบ่ง ออกเป็น วัดความรู้ความเข้าใจด้านวิชาการ ประเมินความสามารถในการทำงานร่วมกันภายใน กลุ่ม และความสามารถระหว่างกลุ่ม ผู้เรียนจะต้องได้รับการกระตุ้นให้ตระหนักว่าการประเมินผล ของกลุ่มเป็นสิ่งที่มีความสำคัญกว่าครูเป็นผู้ประเมิน เพราะในขณะที่ผู้เรียนต้องประเมินผลการ ทำงานของตน จะช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบ และเป็นแนวทางปรับปรุงการดำเนินงานของตนและกลุ่มได้

Bob Trammel (2000: Online) กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการต่างจาก แบบดั้งเดิม โดยการสอนแบบบูรณาการจะเริ่มด้วย บริบทของปัญหา การรวมเอาความคิดรวบ ยอดต่างๆในการแก้ปัญหา แต่แบบดั้งเดิมใช้การนำเสนอความคิดรวบยอด และจบด้วยการ ประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอดนั้นๆ การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการจึงส่งเสริมประสบการณ์ และการนำไปใช้ได้ดีกว่า ด้านบทบาทของผู้เรียนในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ จะถูกเปลี่ยนไปเป็นผู้มีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ข้อมูล เก็บรวบรวมเอง ตลอดจนตรวจสอบ สมมติฐานของตนโดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มากกว่าที่จะนำความรู้ไปใช้อย่างง่าย ๆ เหมือนการสอนแบบดั้งเดิม บทบาทของครูในห้องเรียนบูรณาการคณิตศาสตร์ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกผู้ชี้แนะชี้แนะและใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ตัวอย่าง บทบาท เช่น ครูแนะนำผู้เรียนให้ใช้กระบวนการสืบสวนสอบสวน (Inquiry-Based Approach) ซึ่ง ต่างจากการสอนแบบตรง (Direct-Instruction Programs) ในการสอนแบบดั้งเดิมโดยสิ้นเชิง ใน การสอนแบบบูรณาการนี้ครูให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มย่อย เป็นการเรียนแบบร่วมมือ ครูเป็นแค่ผู้ ส่งเสริมให้นักเรียนในกลุ่มค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหา ไม่เน้นการแข่งขัน ซึ่งครูต้องผู้วางแผนการสอนมาเป็นอย่างดี

Donna F. Berlin (2001: Online) กล่าวว่า ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้เป็นการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการอย่างแท้จริงต้องเป็นการเชื่อมกันระหว่างการจัดหน่วยการเรียนรู้ บทเรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นชุดคำถามที่ให้ผู้เรียนคณิตศาสตร์โดยต่อเนื่อง และรวบรวมเอา 3 ส่วนเข้าด้วยกัน คือ

1. การเน้นย้ำความเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์เอง ซึ่งประกอบด้วย จำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต การวัด การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น โดยจัดให้สอดคล้องกลมกลืนกันและเป็นการเรียนแบบองค์รวม
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้เข้าใจบริบทของวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการขยาย และประยุกต์ใช้ความรู้ ประสบการณ์ ผสมผสานไปกับการเรียนรู้
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ผ่านประสบการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อเน้นย้ำการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ในโลกจริง

ในการจัดกิจกรรมแบบบูรณาการคณิตศาสตร์วิธีการที่สอนอาจจะเป็น การใช้ปัญหาเป็นหลัก การสอนแบบโครงการ หรือการใช้หน่วยการเรียนรู้แบบสืบสอบและสอบสวน

ประยูรศรี สุยะสุมานนท์ (2521: 22-26) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการสอนเพื่อส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นปัญหา
- ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน
- ขั้นที่ 3 ขั้นทดลอง
- ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ผลของการทดลอง

อัจฉรา ชิวพันธ์ (2538: 27-31) ได้เสนอแนะข้อควรคำนึงในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา ในการสอนแต่ละครั้งผู้สอนจะต้องวิเคราะห์เนื้อหาให้ถ่องแท้ เพื่อจัดหาแนวทางในการจัดทำสื่อ กิจกรรมที่เหมาะสม ตลอดจนพิจารณาดูว่าเนื้อหาใดสามารถบูรณาการกับกลุ่มประสบการณ์ใดได้บ้างและจะใช้วิธีการใด
2. เลือกสื่อให้เหมาะสม การเลือกเนื้อหาวิธีการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บูรณาการได้อย่างเหมาะสมจะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างราบรื่นและประสมประสานกันระหว่างกลุ่มประสบการณ์ต่างๆ ดังนั้น ผู้สอนควรพิจารณาให้ได้ว่าเนื้อหาใดควรใช้กิจกรรมใด

3. จัดให้กลมกลืน หลังจากที่คุณสอนสามารถเลือกหากิจกรรมและวิธีการในการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการได้แล้ว ผู้สอนควรคำนึงถึงความกลมกลืนของเนื้อหาและ กิจกรรมว่าสอดคล้องเหมาะสมเพียงใดใช้เวลาอย่างน้อยแค่ไหน เหมาะกับกาลเทศะหรือไม่

4. สร้างความนิยมชื่นชมในกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งจะบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอย่างหนึ่ง คือ ความประทับใจและเจตคติของผู้เรียน ดังนั้น การที่ผู้สอนจะสามารถจัดกิจกรรมให้สร้างความนิยมชื่นชมให้ผู้เรียน จึงนับว่าสำคัญยิ่งเพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ตลอดจนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน

5. สามารถจดจำได้อย่างดี การเรียนการสอนที่มีกฎเกณฑ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนจดจำได้ดีขึ้น มีผลดีกับผู้เรียนอย่างยิ่ง ถ้าผู้สอนได้พยายามให้ผู้เรียนได้มีการจดจำอย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ ไม่ใช่จำแบบนกแก้วนกขุนทอง

6. มีทักษะในการนำไปใช้ เป้าหมายสุดท้ายในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนจะต้องเกิดทักษะที่สามารถนำความรู้ ความเข้าใจไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดีด้วย ไม่อยู่ในลักษณะที่ความรู้ท่วมหัวเอาตัวไม่รอด

สำนักงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (2540: 16–19) ได้กำหนดขั้นตอนในการสร้าง บทเรียนแบบบูรณาการ ตามรูปแบบการสอนแบบบูรณาการทั้ง 4 รูปแบบ ดังนี้

การสอนตามรูปแบบที่ 1 แบบสอดแทรก (Infusion Instruction) และรูปแบบที่ 2 (Parallel Instruction) มี 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 เลือกหัวเรื่อง (Theme) ก่อน และวิธีที่ 2 เลือกจุดประสงค์รายวิชา จาก 2 รายวิชาขึ้นไปก่อน

วิธีที่ 1 เลือกหัวเรื่อง (Theme) ก่อน แล้วดำเนินการพัฒนาหัวเรื่องให้สมบูรณ์มีการกำหนด วัตถุประสงค์ของกิจกรรมให้ชัดเจน กำหนดแหล่งข้อมูลหรือทรัพยากรที่จะใช้ในการค้นคว้าและ เรียนรู้และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและอื่นๆ ตามลำดับ มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกหัวเรื่อง โดยวิธีต่อไปนี้

- 1.1 ระดมสมองของครูและนักเรียน
- 1.2 เน้นที่ความสอดคล้องกับชีวิตจริงประจำวัน
- 1.3 ศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 1.4 กำหนดหัวเรื่องให้แคบลง โดยให้สัมพันธ์กับชีวิตจริง ความสะดวก

ในการเชื่อมโยงระหว่างวิชาความรู้ และความสนใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 พัฒนาหัวเรื่อง ดังนี้

2.1 เขียนวัตถุประสงค์ โดยกำหนดความรู้และความสามารถที่ต้องการจะ ให้เกิดแก่ผู้เรียนเขียนวัตถุประสงค์ให้เชื่อมโยงระหว่างวิชาให้ชัดเจนเพื่อนำไปสู่กิจกรรม

- 2.2 กำหนดเวลาในการสอนให้เหมาะสมกับกำหนดการต่างๆ
- 2.3 เตรียมสื่อ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการดำเนินกิจกรรม
- ขั้นที่ 3 ระบุทรัพยากรที่ต้องการ ควรคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นทาง่ายประหยัด
- ขั้นที่ 4 พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้
- 4.1 กำหนดกิจกรรมที่จะเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น
- 4.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของกิจกรรมให้ชัดเจน
- 4.3 เลือกวิธีที่ครูวิชาต่างๆจะทำงานร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิชา
- 4.4 เลือกวิธีสอนที่เหมาะสม
- 4.5 จัดทำเอกสารแนะนำการปฏิบัติกิจกรรม
- 4.6 ครูเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ใบความรู้ ใบงาน แบบจดบันทึก แบบประเมิน แบบทดสอบ และอื่นๆ
- ขั้นที่ 5 ดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่เตรียมไว้ โดย
- 5.1 พยายามปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ แต่อาจปรับกิจกรรมตามความสนใจของนักเรียน
- 5.2 ดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ตลอดหน่วยการเรียนรู้
- 5.3 ร่วมมือกับครูผู้อื่น มีการพบกันเป็นระยะเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้า
- ขั้นที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน โดยครูควรกระทำตลอดเวลาเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงงาน ครูอาจให้นักเรียนประเมินตนเองก็ได้ ครูควรใช้วิธีการประเมินผลที่หลากหลายและสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง
- ขั้นที่ 7 ประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยครูสำรวจจุดเด่น-จุดด้อยของกิจกรรมแล้วบันทึกไว้เพื่อนำไปปรับปรุง
- ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูด้วยกันเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนากิจกรรมในครั้งต่อไป
- วิธีที่ 2 เลือกจุดประสงค์รายวิชาจาก 2 รายวิชาขึ้นไปก่อน แล้วนำมาสร้างเป็นหัวเรื่องร่วมกันระหว่างจุดประสงค์ที่เลือกไว้ กำหนดข้อมูลหรือทรัพยากรที่ใช้ในการค้นคว้าและเรียนรู้และพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนและอื่นๆ ตามลำดับ มีรายละเอียด ดังนี้
- ขั้นที่ 1 เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้จาก 2 รายวิชา ที่มีความสัมพันธ์กัน
- ขั้นที่ 2 นำจุดประสงค์การเรียนรู้ตามขั้นที่ 1 มาสร้างเป็นหัวเรื่อง (Theme)
- ขั้นที่ 3 ระบุทรัพยากรที่ต้องการ
- ขั้นที่ 4 พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน
- ขั้นที่ 5 จัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นที่ 6 ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน

ขั้นที่ 7 ประเมินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูด้วยกัน

รายละเอียดการดำเนินกิจกรรมมีขั้นตอนคล้ายคลึงกับวิธีที่หนึ่ง แต่ต่างกันที่ลำดับขั้นตอนเท่านั้น

สำหรับการสอนแบบบูรณาการตามรูปแบบที่ 3 แบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) และรูปแบบที่ 4 แบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ (Transdisciplinary Instruction) ที่เน้นงานหรือโครงการที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหามากกว่า 1 สาขาวิชา ที่จะให้นักเรียนปฏิบัติหรือศึกษาดังนั้นวิธีการสร้างบทเรียนแบบบูรณาการขั้นที่ 4 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอน จึงสร้างเป็นงาน กิจกรรม หรือโครงการ (Project) ที่จะให้นักเรียนทำ เพราะจะส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงและนำความรู้ความสามารถจากหลายวิชามาสร้างเป็นกิจกรรมต่างๆ ในโครงการได้อย่างดี

งานหรือโครงการที่นักเรียนจะต้องทำมี 4 ประเภท คือ

1. ข้อสรุป หมายถึง ข้อสรุปทั่วไปที่สร้างขึ้นจากการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
2. กระบวนการ หมายถึง วิธีดำเนินการโดยละเอียดในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน
3. สิ่งประดิษฐ์ หมายถึง ชิ้นงานที่ทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาหรือการทำงานต่างๆ
4. การแสดงออกทางอารมณ์หรือจิตใจ ที่เป็นผลจากการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

เช่น ภาพเขียน รูปปั้น หุ่นจำลอง จิตรกรรมฝาผนัง บทความหรือเรียงความ เป็นต้น

กรมวิชาการ (2544: 32) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. กำหนดหัวเรื่องหรือหน่วยการเรียนรู้ ตามความสนใจของนักเรียน
2. กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้
3. กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสอน และออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับเวลาลักษณะของกิจกรรมเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากที่สุด
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนด
5. ประเมินผลการเรียนรู้ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

กรมวิชาการ (2545:35) ได้เสนอขั้นตอนการสอนเพื่อให้เกิดการบูรณาการ สรุปได้ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เร้าความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยการอภิปรายซักถามใช้สื่อประเภทต่างๆ
2. ชี้นำปฏิบัติการ นักเรียนกระทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อเป็นการศึกษาค้นคว้า
3. ชี้นำกิจกรรมสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนเสนอกิจกรรมของตนจากการทำกิจกรรม

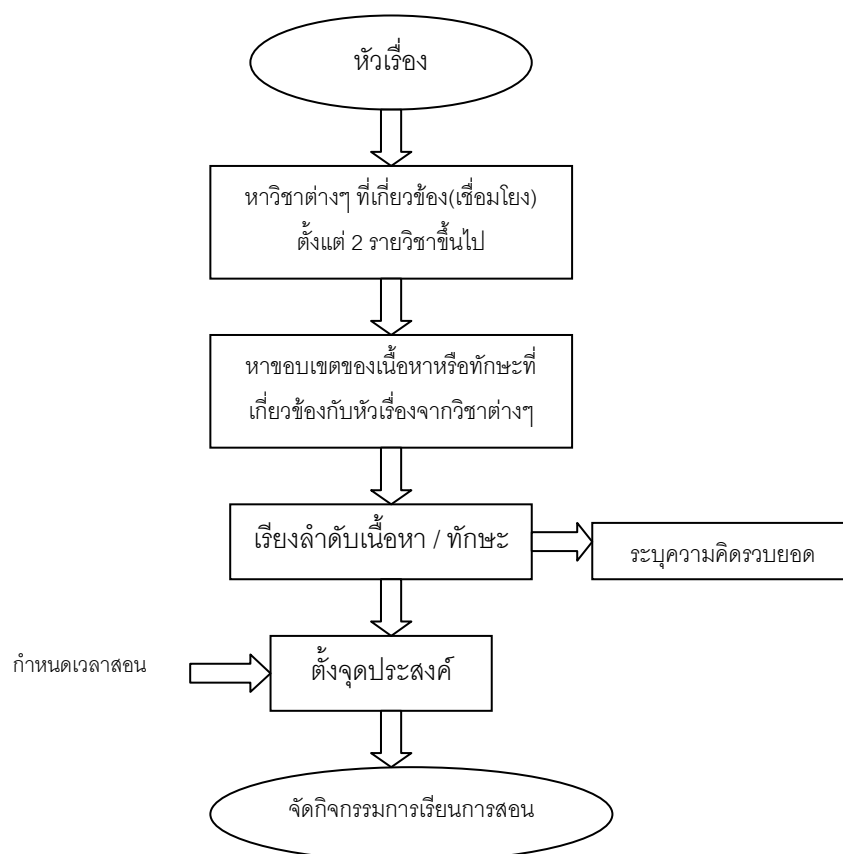
และมีการสรุปเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดการบูรณาการ

4. ชั้นประเมินผล ครูและนักเรียนประเมินผลโดยการประเมินตามสภาพจริง

วลัย พานิช (2544: 166) กล่าวถึงการสร้างบทเรียนแบบบูรณาการ ไว้ว่าการวางแผนการสอนแบบบูรณาการ เป็นการสอนแบบหน่วยบูรณาการ (Integrated unit หรือ Interdisciplinary unit) ซึ่งจะต้องมีการบูรณาการเชิงเนื้อหา และกระบวนการ(วิธีการ) และเนื้อหาวิชาที่จะบูรณาการ มีตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป (กรณีที่มีการจัดการเรียนแบบมีหัวเรื่อง (Theme) และไม่มีการบูรณาการเชิงเนื้อหาวิชาไม่เรียกว่าหน่วยบูรณาการแต่เรียกว่าเป็นหน่วยการเรียนรู้ (Unit of study หรือหน่วยรายวิชา) การสร้างบทเรียนแบบบูรณาการ ครูผู้สอนต้องจัดเนื้อหาเป็นหน่วยมีเนื้อหาหรือแนวคิดจากวิชาต่างๆ การที่จะจัดให้เป็นหน่วยได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเกี่ยวข้องของแต่ละสาขาวิชา (Disciplinary Communication) และครูผู้สอนต้องศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาในหลักสูตรว่ามีเนื้อหาจากวิชาต่างๆ หรือทักษะประเภทใดที่อาจจัดประสบการณ์ผสมผสานให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมและมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

การสร้างบทเรียนแบบบูรณาการสร้างได้ 2 แบบ คือ แบบเลือกหัวเรื่องก่อนหรือแบบเลือกจากจุดประสงค์การเรียนรู้ร่วมของวิชาต่างๆ

แผนภูมิที่ 1 แสดงการสร้างบทเรียนแบบบูรณาการแบบเลือกหัวเรื่อง(วลัย พานิช, 2544: 166)



นอกจากนี้วัลย์ พานิช (2544) กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญในการสร้างบทเรียนแบบบูรณาการ ดังนี้

1. ต้องมีหัวเรื่อง (Theme) ครูอาจเลือกหัวเรื่องก่อน หรืออาจจะเลือกจากจุดประสงค์การเรียนรู้ร่วมของวิชาต่างๆ
2. หาความเกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง โดยใช้การจัดผังกราฟิก (Graphic Organizers) ในรูปเครือข่ายความคิด (Web) หรือผังความคิด (Concept Map) ในประเด็นต่อไปนี้
 - 2.1 เนื้อหาของสาขาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง (Theme)
 - 2.2 ขอบเขตของเนื้อหาหรือหัวข้อ (Topic) หรือทักษะในสาขาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง
3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาและทักษะต่างๆ อาจใช้เครือข่ายความคิด (Web) หรือผังความคิด (Concept Map) ช่วยจัดเรียงลำดับความคิด
4. ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ
5. ตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้
6. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

อรัญญา สุธาสิโนบล (2547: 24-25) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการยึดหลักสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

หลักที่หนึ่ง ยึดจุดประสงค์ในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นจุดประสงค์ใหญ่ ครอบคลุมทุกบริเขตของสมรรถภาพของมนุษย์ ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่จะมุ่งเน้นการตอบสนองของหลักสูตรมากกว่าผู้เรียน

หลักที่สอง ยึดกิจกรรมการเรียนรู้ มีแนวทางดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ลงมือกระทำ หมายถึง ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งทางกายภาพ การคิด ความรู้สึกที่ครอบคลุมด้านหลักๆ ของนักเรียน
2. สาระของกิจกรรมต้องสอดคล้องกับชีวิตและสังคม และภูมิหลังของนักเรียน ในหลักคิดนี้จะเน้นวิธีการมากกว่าหลักสูตร

หลักที่สาม ยึดผู้เรียนเป็นหลักในการกำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรมการเรียน โดยยึดหลักความชอบ ความสนใจ ความถนัด การมีเวลาของผู้เรียน เป็นต้น

การจัดการสอนแบบบูรณาการ ครูผู้สอนจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนในลักษณะของ “หน่วยการเรียนรู้” (Unit) ซึ่งก่อนที่จะเป็นหน่วยการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องวางแผนในการจัด “แกน” (Core) ขึ้นมาก่อน แล้วจึงนำเนื้อหาวิชาต่างๆ มาผสมผสานให้เหมาะสม สอดคล้องกับ

ความสนใจของผู้เรียน มาเสริม “แกน” นั้นให้สมบูรณ์ ซึ่งแกนที่จะนำมาสร้างเป็นหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการมี 5 ประเภท ดังนี้

1. แกนที่เป็นหัวเรื่อง
2. แกนที่เป็นปัญหา
3. แกนที่เป็นกิจกรรมต้องพิจารณาก่อนว่ากิจกรรมใดที่เป็นประโยชน์
4. แกนที่เป็นความคิดรวบยอด
5. แกนที่เป็นค่านิยม

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2547: 4-5) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างบทเรียนแบบบูรณาการ (Integration Unit) ไว้ 4 ขั้น ดังนี้

1. กำหนดหัวเรื่อง (Theme) ทำได้ 2 วิธี คือ 1) เลือกหัวเรื่องก่อน 2) เลือกหัวเรื่องหลังจากผสมผสานวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ

2. ทำเครือข่ายความคิด หรือผังความคิด หรือผังกราฟิก เกี่ยวกับความเกี่ยวข้องของเรื่อง ดังนี้

2.1 เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันเรื่อง

2.2 หัวข้อ (Topic) และทักษะของกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาและทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันกับหัวเรื่อง เพื่อนำไปวางแผนการจัดการเรียนรู้

4. วางแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

4.1 ระบุมโนคติสำคัญ

4.2 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.4 เตรียมสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

4.5 กำหนดวิธีการประเมินการเรียนรู้

และได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการไว้ 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกหัวเรื่อง

ขั้นที่ 2 พัฒนาหัวเรื่อง โดย

2.1 เขียนวัตถุประสงค์ให้มีการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้

2.2 กำหนดเวลาในการสอน

2.3 เตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้

ขั้นที่ 3 ระบุทรัพยากรที่ต้องการ ติดต่อกับแหล่งทรัพยากร

ขั้นที่ 4 พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดย

4.1 เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้สร้างความรู้เอง ได้แก่

- การคิดระดับสูง
- การทำงานเป็นทีม
- การมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง
- การมีปฏิสัมพันธ์กับแหล่งเรียนรู้ต่างๆ
- การนำความรู้ไปใช้ การประยุกต์ใช้ความรู้

4.2 ผสมผสานเพื่อพัฒนาพหุปัญญา

4.3 ใช้การปฏิบัติเพื่อสร้างความรู้เอง

ขั้นที่ 5 ดำเนินตามกิจกรรม

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้

6.1 ระหว่างการเรียนการสอน

6.2 หลังกิจกรรมการเรียนการสอน

จากความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่าการสอนแบบบูรณาการ คือ การสอนที่มีการสัมพันธ์เชื่อมโยง เนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องที่กำหนด เน้นให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.6 จุดเด่นและจุดด้อยของการสอนแบบบูรณาการ

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545: 13) กล่าวว่า เป็นเรื่องธรรมดาที่สิ่งต่างๆ จะต้องมีความสัมพันธ์ทั้งในส่วนดีและส่วนด้อยควบคู่กันไป การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนก็หนีความจริงข้อนี้ไปไม่พ้น เพราะเมื่อพิจารณาอย่างเที่ยงธรรมแล้ว เราสามารถจะกล่าวถึงส่วนดีและส่วนด้อยของการบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนได้ดังนี้

ส่วนดี

1. เป็นนวัตกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิชาที่เรียนกับวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ทำให้เป็นผู้มีทัศนะกว้างไกล จิตใจไม่คับแคบ
2. ส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมการเรียนรู้ได้กว้างขวาง หลากหลายรูปแบบ
3. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องตามความสนใจและความจริง
4. ส่งเสริมให้เกิดทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งผู้เรียนและผู้สอน รวมทั้งส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยด้วย

ส่วนน้อย

1. เป็นวิธีการที่ทำได้ค่อนข้างยาก เพราะต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ชำนาญในวิทยาการต่างๆ หลายฝ่าย และต้องเป็นความร่วมมืออย่างจริงจังและจริงจังด้วย
2. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจะต้องทุ่มเททั้งความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถเต็มที่ รวมทั้งในบางโอกาสจะต้องร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยจึงอาจจะก่อให้เกิดความยุ่งยากในการบริหารจัดการการเรียนการสอนได้
3. ความกว้างขวางของการบูรณาการหลักสูตรเข้าด้วยกัน อาจทำให้ผู้เรียนขาดความลึกซึ้งในการเรียนรู้ได้ครบทั้งสามพิสัยของการเรียนรู้ (พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย) เพราะถ้าผู้สอนไม่เอาใจใส่ ทุ่มเทให้แก่การบูรณาการการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนอาจมองไม่เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหา หรือวิชาการต่างๆ ได้ตามที่คุณสอนต้องการ
4. สภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมักจะกำหนดเวลาสอนที่ตายตัวแน่นอน เช่น เป็นรายคาบ 50 นาที หรือ 1 ชั่วโมง อาจจะไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนตามวิธีการนี้

อุดม เขยกีวงศ์ (2545 : 51- 52) ได้กล่าวถึงจุดเด่นและจุดอ่อนของการบูรณาการไว้ดังนี้

จุดเด่นของการบูรณาการ

1. ขจัดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาต่างๆ ในหลักสูตร
2. สิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และการดำเนินชีวิตประจำวัน ไม่ได้จำกัดว่าจะเกี่ยวกับวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ
3. สนองความสามารถของผู้เรียน ซึ่งมีหลายด้านและสนองความสามารถในการแสดงออกและอารมณ์
4. สอดคล้องกับแนวคิดการสร้างความรู้
5. การแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลายวิชา
ร่วมกัน
6. ช่วยให้เกิดความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ เนื้อหาและกระบวนการที่เรียนในวิชาหนึ่งอาจช่วยให้เข้าใจวิชาอื่นดีขึ้นได้
7. ช่วยให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชา และความสัมพันธ์ระหว่างวิชาต่างๆ
กับชีวิตจริง
8. ช่วยให้เห็นเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง ทำให้เข้าใจว่าสิ่งที่เรียนมีประโยชน์
หรือนำไปใช้จริงได้

จุดอ่อนของการบูรณาการ

1. ผู้ที่มีความสามารถพิเศษ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ต้องจัดสอนแยกเฉพาะ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสกัดกั้นความสามารถพิเศษ
2. ต้องใช้ผู้สอนหลายคน จึงยากแก่การรวมกลุ่มเพื่อวางแผนโดยเฉพาะการเรียนการสอนในระดับสูง
3. ขาดการวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และความต้องการของผู้เรียน
4. บุคลากรในการสอนแบบบูรณาการขาดความรู้ความสามารถในการบูรณาการ
5. การวัดผล ประเมินผล ทำได้ยาก ส่วนใหญ่มักมุ่งวัดเนื้อหา แต่ไม่มีการประเมินผลกระบวนการ

จากความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนบูรณาการมีจุดเด่น คือ ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ เป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย แต่มีจุดด้อย คือ ทำให้ขาดความลึกซึ้งในเนื้อหาวิชา

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่ แปลกและแตกต่างไปจากบุคคลอื่น มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Torrance (1962: 16) กล่าวว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหา หรือสิ่งที่ขาดหายไป หรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกัน แล้วเกิดความพยายามในการสร้างแนวคิด ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อันเป็นแนวทางค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป

Osborn (1963: 14) กล่าวว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) ซึ่งเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายปัญหาที่ยากที่มนุษย์ประสบอยู่ ซึ่งความคิดจินตนาการเป็นลักษณะสำคัญของ

ความคิดสร้างสรรค์ซึ่งจะนำไปสู่การประดิษฐ์ คิดค้นหรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่ แต่ความคิดจินตนาการอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิตที่สร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นจินตนาการที่ควบคู่ไปกับความอุตสาหะพยายาม จึงจะทำให้งานสร้างสรรค์เสร็จลงได้

Guilford (1967: 61) กล่าวว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิด ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2537: 2) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนยากแก่การให้คำจำกัดความ ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องเป็นงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่า ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงกระบวนการ กระบวนการคิดสร้างสรรค์ คือ การเชื่อมโยงสัมพันธ์ของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์เชิงบุคคล บุคคลนั้นจะต้องเป็นคนที่มีความแปลก เป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นผู้ที่มีความคิดคล่อง (Fluency) มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้นๆ ได้ (Elaboration)

อารี พันธุ์มณี (2540: 6) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัยนำไปสู่การคิด ค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์จากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ซึ่งรวมถึงการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

ยุดา รักไทย (2542: 13) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถคิดหาคำตอบใหม่ๆ หรือมีคำตอบมากมายให้กับแต่ละปัญหา รวมถึงความสามารถของคนในการที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ๆ อันรวมถึงความคิด ทฤษฎี และผลผลิตที่จับต้องได้ โดยจะต้องเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ ยิ่งวงกว้างเท่าใดยิ่งดี

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 45) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือจากการคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในบุคคลที่สามารถจะคิดได้หลายแง่หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลผลิตใหม่ที่ถูกต้อง สมบูรณ์กว่า

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544: 29) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาในระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์ มีอิสรภาพทางความคิด

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ผสมผสานความคิดเดิมกับสิ่งใหม่ แปลกและแตกต่างไปจากบุคคลอื่น

2.2 แนวทางการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่สามารถสร้างให้เกิดขึ้น และพัฒนาได้ โดยผ่านประสบการณ์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นครูจึงต้องมีบทบาทในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน นักการศึกษาหลาย ท่านได้เสนอแนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

Hutchinson (1949: 38-42) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการหยั่งรู้ (Intuition) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (The Stage of Preparation) เป็นขั้นการรวบรวมประสบการณ์เก่าๆ รู้จักทดลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐานเพื่อแก้ปัญหา
2. ขั้นคิดแก้ปัญหา (The Stage of Frustration) เป็นระยะของการกำลังครุ่นคิดแก้ปัญหา แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นเกิดความคิด (The Stage of Insight) เป็นขั้นที่เกิดความคิดแวบขึ้นในสมองและคิดหาคำตอบได้ทันที
4. ขั้นพิสูจน์ (The Stage of Verification) เป็นขั้นที่มีการตรวจสอบประเมินผล โดยใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

Guilford (1967: 145-151) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณเวลาที่จำกัด และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขได้หลายวิธี

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์เป็นสิ่งใหม่

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

Torrance (1973: 47) ได้จำแนกกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์เป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การค้นหาความจริง (Fact Finding) เป็นขั้นเกิดความรู้สึกกังวลหรือสับสน วุ่นวายในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร ต้องพิจารณาดูว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความรู้สึกเหล่านั้นคืออะไร

2. การค้นพบปัญหา (Problem Finding) เป็นการเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น หรือมองเห็นปัญหา เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว

3. การค้นพบแนวคิด (Idea Finding) เป็นการรวบรวมความคิดและตั้งสมมติฐาน แล้วรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

4. การค้นพบคำตอบ (Solution Finding) เป็นการค้นพบคำตอบหลังจากที่ทดสอบแนวคิดและสมมติฐาน

5. การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance Finding) เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่า สิ่งที่ค้นพบจะนำไปสู่การเกิดแนวคิด และข้อค้นพบใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า สิ่งใหม่ที่ท้าทาย (New Challenge)

นอกจากนี้ Torrance (1973: 91-95) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบการเรียนการสอนเน้น 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการผลิตความคิดได้หลากหลายเพื่อตอบต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะ เป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้แปลกใหม่ แตกต่างความคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

ในการนี้ Torrance (1960) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนไว้หลายประการ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนถาม และให้ความสนใจต่อคำถาม และไม่มุ่งเพียงคำตอบคำตอบเดียว

2. ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ความคิดแปลกๆ และตอบคำถามเด็กอย่างมีชีวิตชีวา

3. กระตุ้นหรือรับต่อคำถามแปลกๆ และตอบคำถามเด็กอย่างมีชีวิตชีวา

4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้วิธีชู้ด้วยคะแนน

5. กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้วิธีชู้ด้วยคะแนน

7. พึงตระหนักว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาอย่างค่อยเป็นค่อยไป

8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชย เมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

Osborn (1963: 91-92) ได้แบ่งกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ปัญหา สามารถชี้ระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการจะใช้ความคิดสร้างสรรค์

2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3. วิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล คิดพิจารณา และแจกแจงข้อมูล

4. การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่างๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลายๆ ทาง

5. การตกผลึกความคิดและการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้เกิดความคิดบางอย่างขึ้นมาแล้วทำให้ความคิดนั้นชัดเจนขึ้น

6. การสังเคราะห์และการบรรจุความคิดส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน
7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกความคิดให้ได้คำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

Davis (1991: 236-244) เสนอสิ่งที่ครูควรคำนึงในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีเจตคติที่ดี และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
2. ครูควรพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้านการให้คำจำกัดความ กระบวนการคิด และการตรวจสอบวิธีการคิด เป็นต้น
3. ครูควรจัดกิจกรรมหลายๆ รูปแบบให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
4. ครูควรฝึกให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ที่ได้รับไปสู่การแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน
5. ครูควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนด้วย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถ และเจตคติที่ดีต่อการคิดสร้างสรรค์

Gallaher และ Gallaher (1994: 343-344) ได้เสนอแนวทางในการสอนให้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดหลักสูตรโดยเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ในทัศนมากกว่าการเรียนรู้นี้อา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย
2. จัดให้มีผู้เชี่ยวชาญคอยแนะนำปรึกษาแก่นักเรียนในการทำงานหรือทำโครงการต่างๆ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้เสนอความคิดในการจัดการเรียนการสอน
4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่จะต้องค้นหามากกว่าจะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย
5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหาและกลวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

อารี พันธุ์ณี (2546: 103) กล่าวถึงการจัดหลักสูตรและวิธีการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ รู้จักคิด คิดเป็น และสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ และส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ ครูควรปรับปรุงวิธีการสอนและยืดหยุ่นเนื้อหาวิชาในลักษณะต่อไปนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูอยู่ตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถามหรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น
3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลกๆ ใหม่ๆ ของนักเรียน และยอมรับความคิดแปลกๆ ของนักเรียน
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่า และเป็นประโยชน์โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
5. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลกๆ ของนักเรียนแล้วก็ไม่ควรตำหนิหรือวิจารณ์ความคิดของนักเรียน
6. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สำรวจ ค้นหา ทดลองด้วยความสนใจของตนเองมิใช่เพื่อหวังคะแนนที่ได้รับ
7. กระตุ้นให้นักเรียนมีบุคลิกภาพที่มีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้ อยากรู้อยากเห็น และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
8. ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่อง ชมเชย
9. ขจัดความกลัว ความก้าวร้าวของนักเรียน และสร้างความเชื่อมั่น ความมั่นคงปลอดภัยแก่นักเรียน

จากความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองผ่านการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยแสดงออกมาในลักษณะของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ แนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ครูต้องให้ปัญหาที่ท้าทายความคิด และให้อิสระในการคิด

2.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่อยู่ภายใน ซ้ำซ้อน มองไม่เห็น มีนักการศึกษาได้คิดแนวทางในการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Callahan (1991 อ้างถึงใน Gallaher และ Gallaher, 1994; 341-342) ได้รายงานเกี่ยวกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ประเด็น ดังนี้

1. ประเมินสมรรถนะของนักเรียนด้วยหลายๆ เครื่องมือที่สามารถวัดความคล่อง ความยืดหยุ่น และความริเริ่มในงานที่ใช้ภาษา เช่น วัดโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

2. วัดจากการได้รับข้อมูลเกี่ยวกับชิ้นงานที่สร้างสรรค์ในอดีต หรือนิสัยของนักเรียนผ่านรายการสิ่งที่ได้ทำด้วยตนเอง

3. วัดด้วยการเก็บสะสมอัตราการแสดงสมรรถนะทางการคิดที่สร้างสรรค์โดยครู หรือผู้ที่สังเกตนักเรียนขณะทำงาน

กรมวิชาการ (2545: 48-50) กล่าวถึงหลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า ต้องสร้างปัญหาให้ผู้ตอบได้คิดหาคำตอบได้หลายๆ แบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุด ซึ่งมีแบบวัดหลายๆ แบบ ดังนี้

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

2. แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลายๆ แบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุด

3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึง เลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์ที่กำหนดให้ภายในเวลาที่กำหนด

4. แบบรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด

5. แบบประกอบภาพแทนแกรม(Tangrams) เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ประกอบด้วย กระดาษ 7 ชิ้น ที่ตัดแบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้นประกอบกันเป็นรูปภาพต่างๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

จากความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์วัดได้จากเครื่องมือวัด ประเภทแบบทดสอบต่างๆ ทั้งที่เป็นข้อความหรือไม่เป็นข้อความ หรือวัดจากประวัติการทำงาน โดยเน้นความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มตามแนวคิดของ Torrance

3. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงเป็นทักษะกระบวนการที่มีกำหนดไว้ในสาระที่ 6 ของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย (กระทรวงศึกษาธิการ .2544:13) ซึ่งความหมายของการเชื่อมโยงได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

The National Council of Teachers of Mathematics: NCTM (1991) ให้ความหมายของการเชื่อมโยงว่าเป็นการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

โพธิทิพย์ วัชรสวัสดิ์ (2546: 8) กล่าวว่า การเชื่อมโยง เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ทั้งระหว่างสิ่งของ คน หรือแนวคิด ซึ่งการเชื่อมโยงแนวคิดเป็นกระบวนการทาง ปัญญาในการนำสิ่งต่างๆ เช่นความรู้ ประสบการณ์ หรือเหตุการณ์ ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

อัมพร ม้าคะนอง (2547: 44) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองค้นพบ

อเนก พุทธิเดช (2548: 43) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม และประสบการณ์ที่มีมา ผสมผสานหรือมาสัมพันธ์กันทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

จากความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

3.2 แนวทางการสอนเพื่อให้เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยง เป็นทักษะที่มีความซับซ้อนผู้ที่มีความสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ดีต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ มีนักการศึกษาเสนอแนวทางในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงดังนี้

Donald และคณะ (1993: 1-7) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่สามารถแสดงการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตจริง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สร้างปัญหาจากโลกความเป็นจริง (Real World) เป็นขั้นตอนที่ใช้ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบในชีวิตจริงหรือชีวิตประจำวันมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในเนื้อหาและหลักสูตร เช่น ในการเรียนเรื่องการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปัญหาในชีวิตจริงที่ครูนำมาประกอบการเรียนการสอนควรเป็นเรื่อง การหาพื้นที่ห้องเรียน การหาพื้นที่ห้องครัวที่จะปูกระเบื้อง การหาพื้นที่ฟากล่องที่จะทาสี การหาพื้นที่ของที่ดินที่จะซื้อหรือจะขาย เป็นต้น

ขั้นที่ 2 สร้างแบบจำลองจากเรื่องจริง (Real Model) เป็นการนำความรู้จากขั้นตอนที่ 1 สร้างรูปแบบ หรือแบบจำลองของปัญหา โดยมีลักษณะง่าย ๆ ไม่มีกฎเกณฑ์หรือข้อบังคับที่ยุงยาก ถ้าปัญหาในชีวิตที่นำมาสร้างแบบจำลองมีรายละเอียดของกฎเกณฑ์ หรือเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์มาก ให้ตัดกฎเกณฑ์และเงื่อนไขที่ไม่สำคัญแต่ต้องมั่นใจว่าสิ่งที่ตัดทิ้งไม่สำคัญและไม่ส่งผลต่อการสร้างแบบจำลอง มิฉะนั้นจะทำให้ผลลัพธ์ของแบบจำลองผิดพลาด เช่น ในการสร้างแบบจำลองของปัญหาการคำนวณพื้นที่ห้องครัวที่จะปูกระเบื้อง แบบจำลองของจริงที่ใช้อาจใช้พื้นที่ของห้องเรียนแทนห้องครัว เงื่อนไขที่ตัดทิ้งไม่สนใจคือ พื้นที่ห้องครัวโดยทั่วไปมักจะไม่เท่ากับห้องเรียน

ขั้นที่ 3 สร้างแบบจำลองในชั้นเรียน (Classroom Model) เป็นแบบที่ครูจำลองสร้างในชั้นเรียนเพื่อประกอบการเรียนการสอนเป็นแบบจำลองที่การกระทำต่อจากแบบจำลองที่ 2 เป็นการแสดงให้เห็นการบูรณาการ หรือการประยุกต์การใช้กระบวนการ หรือเนื้อหาความรู้คณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนที่ครูแสดงให้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงแก่นักเรียน ดังนั้นขั้นตอนนี้จะมีเฉพาะในการเรียนการสอนเท่านั้น

ขั้นที่ 4 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นการนำแบบจำลองจากขั้นตอนที่ 2 หรือขั้นตอนที่ 3 แทนที่ด้วยสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ที่แทนความหมายในเรื่องนั้น ๆ เป็นการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เช่น รูปเรขาคณิต ฟังก์ชัน ฯลฯ มาใช้ในการสร้างแบบจำลองและขั้นตอนนี้จะแสดงให้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงระหว่าง สมการ กราฟ การแปลงสภาพ และตาราง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ถ้าซาร่าห์เพิ่มเงินฝากในธนาคารอีก 50 เปอร์เซ็นต์ของเงินที่มีอยู่ เธอจะมีเงินทั้งหมด 7500 บาท อยากทราบว่าเดิมซาร่าห์มีเงินฝากทั้งหมดกี่บาท

แบบจำลองคณิตศาสตร์ คือ สมมติให้ซาร่าห์มีเงิน X บาท

ดังนั้น ซาร่าห์จะมีเงินฝากทั้งหมด $X + 0.50X = 7500$

ขั้นที่ 5 สรุปหรือผลลัพธ์หรือคำตอบ (Conclusions) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาจะหาผลสรุป หรือคำตอบของปัญหาโดยใช้เครื่องมือ หลักการ และเทคนิคทางคณิตศาสตร์ เช่น หลักการคำนวณ การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ฯลฯ กระทำต่อแบบจำลองหรือแบบคณิตศาสตร์ของขั้นที่ 4 เมื่อได้ผลลัพธ์หรือคำตอบแล้ว จะต้องตรวจสอบคำตอบโดยการนำไปเปรียบเทียบหรือตรวจสอบกับแบบจำลองในขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3 ว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องถือว่าแบบจำลองใช้ไม่ได้ ต้องสร้างรูปแบบจำลองใหม่ หากคำตอบ ทดลองใช้และตรวจสอบหลายๆ ครั้ง จนได้คำตอบหรือผลสรุปที่ถูกต้องใช้ได้ โดยทั่วไปการตรวจสอบคำตอบมีเหตุผล 2 ประการคือ ประการแรก ต้องการตรวจสอบว่าคำตอบที่คำนวณได้ถูกต้องเป็นไปได้หรือไม่ ถ้าคำตอบผิดพลาดแสดงว่าความผิดพลาดในแบบจำลองที่สร้างขึ้น หรือ ผิดพลาดภายในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ประการที่สอง ถ้าคำตอบถูกต้อง ผู้แก้ปัญหาจะใช้ผลลัพธ์เป็นเครื่องมือตรวจสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นใหม่ เช่น แบบจำลองคณิตศาสตร์ $X + 0.50X = 7500$ ผู้แก้ปัญหาสามารถหาค่าของ X โดยวิธีแก้สมการดังนี้

$$X + 0.50X = 7500$$

$$1.50X = 7500$$

จึงได้สรุปผลหรือคำตอบว่า เดิมซาร่าห์มีเงินทั้งหมด 5000 บาท ตรวจสอบคำตอบโดยแทนค่า X ในสมการจะได้ $5000 + (0.50)(5000) = 7500$ จริง แสดงว่าคำตอบที่ได้ถูกต้อง ถ้ามีแบบจำลองอื่นๆ ในการแก้ปัญหานี้ สามารถ นำค่าของ X ที่คำนวณได้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้นๆ ได้

NCTM (1991) ได้แบ่งลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้ ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของ เนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

นอกจากนี้ NCTM (2000: 360) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ และกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการ เรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา มีลักษณะเป็นดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ
2. การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นเนื้อหาในการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์กับหัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบเดิม
4. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ในวิชาคณิตศาสตร์เป็น ทฤษฎีโวลวน (Chaos Theory)
5. การพัฒนาและเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริงผ่านการเชื่อมโยงมากกว่า ที่จะแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ

กรมวิชาการ (2544: 25) ได้ให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยแบ่งตามระดับช่วงชั้นดังนี้

ระดับ ป.1-3 ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้

ระดับ ป.4-6 ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงในการเรียนรู้เนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นได้และนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และในชีวิตจริงได้

ระดับ ม.1-3 ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และนำไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และการดำรงชีวิต

ระดับ ม.4-6 ความสามารถในการเชื่อมโยง หมายถึง เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่างๆ ได้นำไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในงานและในการดำรงชีวิต

ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สำหรับสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ได้เสนอแนวทางการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และได้เสนอแนวทางการพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยงไว้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ มีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่ออันจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องเซต ในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต นอกจากนั้นแล้วยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในชว่บั้นปลายของชีวิต

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ มีดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่เราต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องของเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย

4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ ครูผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น แล้วนำเสนอต่อผู้สอนและผู้เรียน ให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

อัมพร ม้าคนอง (2547:44) กล่าวถึง การเชื่อมโยงสามารถทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่นๆ

จากความรู้ข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีทั้งการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนมีโอกาสในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ด้วยตนเอง คณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการจัดการเรียนรู้อยู่เสมอ

3.3 การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางวัดตามมาตรฐานของการเชื่อมโยง (Connections) ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

NCTM (2000: 1-2) กล่าวถึงมาตรฐานของการเชื่อมโยง (Connections) ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 9 -12) ดังนี้

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ ตลอดจนแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ได้
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยในการพิจารณาปัญหาวิธีต่างๆ ได้
4. สามารถระลึกความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ได้

เพื่อให้รับกับทิศทางที่ NCTM (2000) ได้ปฏิรูปการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในการสร้างหรือพัฒนาให้เด็กมีความสามารถทางคณิตศาสตร์นั้น ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ และเป็นกุญแจนำไปสู่ความสำเร็จ ดังนั้น เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ครูอาจใช้คำถาม เช่น

- ปัญหานี้คล้ายๆ กับปัญหาที่เธอเคยทำมาแล้วใช่ไหม
- เธอจะเชื่อมโยงเรื่องนี้ไปยังสถานการณ์ใดบ้าง
- เธอสามารถใช้ความรู้ที่เคยเรียนไปแล้วได้ไหม

นอกจากนี้ NCTM (2000) กล่าวไว้ว่า เมื่อนักเรียนสามารถมองเห็นถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาอื่นๆ กับวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้พวกเขาที่มีพัฒนาการแสดงให้เห็นถึงการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์ทั้งหมด พวกเขาสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น พร้อมกับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ๆ มีความสำนึกถึงการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายขึ้น เช่น ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ขยายกว้างขึ้น จะเข้าถึงเทคโนโลยี และซอฟต์แวร์ (Software) ที่ซับซ้อนมากขึ้น สามารถทำการเชื่อมโยงกับสาขาวิชาอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สังคม ทำให้พวกเขาเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ที่ดี

การวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหาหรือสาระคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มี

ความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใดและสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่

2. สำรวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลได้
3. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆ ได้
4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่ในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะดังนี้

- เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
- เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
- เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในทัศนที่ซับซ้อน
- สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น

จากความรู้ข้างต้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) โดยการใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิด ดังนี้ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์เนื้อหา และความคิดรวบยอดในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยพิจารณาว่ามีเนื้อหา และความคิดรวบยอดใดบ้างที่เกี่ยวข้อง แต่ละเนื้อหาและความคิดรวบยอดนั้นสัมพันธ์กันอย่างไร นำความสัมพันธ์นั้นไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไร และขยายแนวคิดไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นที่ใกล้เคียงกัน โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1. สามารถมองปัญหาที่กำหนดให้โดยภาพรวมแล้ววิเคราะห์ว่ามีเนื้อหา

คณิตศาสตร์หรือเนื้อหาอื่นๆ ใดบ้างที่เกี่ยวข้อง

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและความคิดรวบยอดทั้งระหว่างคณิตศาสตร์และเนื้อหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยบอกสูตร หลักการ หรือสมการ
3. นำความรู้ และหลักการที่สัมพันธ์กันไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด โดยการอธิบายแนวทางการนำไปใช้มาพอเข้าใจ
4. ขยายแนวคิด หลักการ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกัน หรือ วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องโดยภาพรวม พร้อมทั้ง อธิบายพอเข้าใจว่าสถานการณ์ใหม่สอดคล้องกับสถานการณ์เดิมอย่างไร

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับการบูรณาการ ความคิดสร้างสรรค์ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Phelps (1970: 179A) ได้ทำการศึกษามูลของการบูรณาการกิจกรรมการเชื่อมโยงประโยค และวิธีส่งเสริมการอ่านและเขียนของนักเรียนระดับ 8 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการอ่านและเขียนของนักเรียนระดับ 8 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Terrall (1979: 74A) ได้ทำการศึกษาบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษในหลักสูตรธุรกิจศึกษาของโรงเรียนรัฐบาลระดับต่อจากชั้นมัธยมศึกษา ผลปรากฏว่า

1. หลังจากการใช้วิธีบูรณาการเข้าไปแล้วไม่มีผลเลย
2. จากองค์ประกอบที่เลือกมา 33 องค์ประกอบ ดูเหมือนว่าจะมีผลกับวิธีการบูรณาการในบางสถานการณ์
3. ในรายวิชาธุรกิจศึกษามักจะใช้วิธีการบูรณาการที่ไม่ขึ้นอยู่กับการสอนเดียวกัน
4. วิธีการบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษเกิดขึ้นบ่อย สำหรับครูในวิทยาลัยชุมชนและมากกว่าครูที่อยู่ในวิทยาลัยอาชีวะ
5. การบูรณาการทักษะภาษาอังกฤษจะไม่ใช้วิธีสอนใดวิธีหนึ่ง
6. ทักษะภาษาอังกฤษแต่ละทักษะนี้จะทำให้เกิดการบูรณาการในหลักสูตรธุรกิจ

ศึกษาอย่างน้อยหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งรายวิชาแต่ไม่ได้ทำให้เกิดการบูรณาการในรายวิชาธุรกิจทุก รายวิชา

7. ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบผลรวมทั้งที่มีผลต่อการที่ทำให้ครูได้มีการเปลี่ยนแปลง

Wiltshire(1997: 292) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนเกรด 9 ที่มีผลการเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ความมุ่งหมายในการวิจัยในครั้งนี้คือ เพื่อพัฒนาหลักสูตรที่มีการบูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนเกรด 9 ที่มีผลการเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นจากการใช้หลักสูตรที่บูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ กระบวนการในการวิจัยในครั้งนี้เกี่ยวกับการพัฒนาและการดำเนินการโดยครูที่มีหน้าที่ในการสืบเสาะค้นหาหลักสูตรบูรณาการในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เนื้อหาสำหรับหลักสูตรบูรณาการเป็นเนื้อหาของนักเรียนในระดับเกรด 9 ของหลักสูตรของมูลนิธิคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ วิธีการในการดำเนินการใช้วิธีการสอน 2 วิธี คือวิธีการสอนแบบทดลองโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยอาศัยความร่วมมือของกลุ่มและการเรียนรู้แบบค้นพบ และวิธีการสอนแบบปกติโดยใช้การสอนแบบบรรยายโดยมีการเรียนรู้จากการทำการบ้านและจากการทำแบบฝึกหัด ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนทั้งหมด 3 ห้องเรียน จำนวน 94 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเมืองนิวยอร์ก ประกอบด้วยกลุ่มที่ 1 ใช้หลักสูตรแบบปกติ (แยกกันสอน) ตามหลักสูตรของมูลนิธิคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ แต่ใช้วิธีการสอนแบบทดลอง กลุ่มที่ 2 ใช้หลักสูตรบูรณาการโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ กลุ่มที่ 3 ใช้หลักสูตรบูรณาการโดยใช้วิธีสอนแบบทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด 7 สัปดาห์ การตรวจสอบผลการดำเนินการของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มองในเรื่องของการรู้จักประยุกต์ โดยดูจากการปฏิบัติกิจกรรมในห้องปฏิบัติการและการมอบหมายงานพิเศษ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงข้อดีของการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมันถูกใช้เชื่อมโยงกับวิธีการสอนแบบทดลอง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มที่ 3 มีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มอื่นๆ และคะแนนจากการมอบหมายงานพิเศษ คะแนนจากการทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการของนักเรียนกลุ่มที่ 3 ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างที่เห็นได้ชัดเจนมันแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในปัญหาต่างๆ ที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากนี้ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอาจจะใช้หลักสูตรบูรณาการโดยใช้วิธีการสอนแบบทดลอง

Beard (2003: 129) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์งานเขียนของเด็กในการนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบในการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และงานเขียนของเด็กที่จะนำไปสู่การเปรียบเทียบนักเรียนเพื่อที่จะได้เป็นทิศทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้มีการออกแบบวิธีการที่ผสมผสาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองและกลุ่มของนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในด้านของเพศหรือกลุ่มเพศ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มถูกวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำผลก็คือ มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติสำหรับเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ของกลุ่ม การตรวจสอบปฏิสัมพันธ์ในตอนแรกชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของความวิตกกังวล การควบคุมในครั้งแรกมีความแตกต่างกัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียวถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ระดับของความวิตกกังวลในการทดสอบก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์พบว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติในด้านความวิตกกังวลระหว่างกลุ่ม ข้อมูลจากการวิจัยได้มาจากการสัมภาษณ์นักเรียน บันทึกของนักเรียนและการสังเกตของนักวิจัยตามพื้นฐานทางทฤษฎี ในรายละเอียดส่วนอื่นพบว่าคณิตศาสตร์เป็นหัวข้อโปรดของนักเรียน นอกจากนี้การมีส่วนร่วมของนักเรียนในการบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และงานเขียนของเด็กในชั้นเรียนนี้ชี้ให้เห็นถึงความสนุกสนานในการใช้หนังสือเรียนในการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การศึกษานี้พบว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นหัวข้อที่มีความสนุกสนานสำหรับนักเรียน นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น ความวิตกกังวลลดลงและพวกเขามีการยอมรับนับถือในตนเองมากขึ้น

King (2003: 147) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการบูรณาการรูปแบบการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ในการเริ่มเรียนพีชคณิตในห้องเรียน ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 8 ใน Abias Middle School ในจอร์เจีย การศึกษาใช้เวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ วิธีการในการจัดการเรียนการสอนเริ่มต้นใช้กับกลุ่มทดลองซึ่งประกอบด้วยการบูรณาการรูปแบบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบปกติ (บรรยาย) การเรียนแบบรอบรู้และการเรียนแบบร่วมมือ รูปแบบนี้ถูกใช้ในการบูรณาการและใช้สอนในหน่วยในแต่ละวันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนแบบบรรยายโดยมีการทำงานเป็นรายบุคคลและการทำงานจากใบงานมีคะแนนในวิชาคณิตศาสตร์ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการบูรณาการรูปแบบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบปกติ (บรรยาย) การเรียนแบบรอบรู้และการเรียนแบบร่วมมือ มีระดับคะแนนที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนจากกลุ่มควบคุม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการโดยใช้รูปแบบการสอน 3 แบบ ทำ

ให้คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่ใช้วิธีสอนแบบบรรยายโดยการเรียนเป็นรายบุคคลและการทำงานจากใบงาน

Pugalee (2001: 236–243) ได้ศึกษาตรวจสอบเกี่ยวกับการเขียนของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงโครงร่างการรู้คิดอย่างชัดเจนกับนักเรียนเกรด 9 ที่ได้ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรพีชคณิต ที่ได้เตรียมการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาที่พวกเขากระทำในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่ากระบวนการเขียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นทักษะที่จำเป็นแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงโครงร่างของการรู้คิดที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งให้เห็นถึงการประสานกันของพฤติกรรมการรู้คิดที่หลากหลายทำให้มีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ มีระบบ มีการจัดการที่ดี ซึ่งให้เห็นถึงความสำคัญของการเขียนว่าเป็นส่วนหนึ่งของการบูรณาการหลักสูตรทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดทางการเขียนและทางด้านภาษา ให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงกับขีดความสามารถที่นักเรียนมีอยู่

4.2 งานวิจัยในประเทศ

จันทร์จรัส ตันทวิสุทธิ (2528: 76-79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาสังคมศึกษา โดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาโดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533: ง) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ก่อนและหลังการเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธนพงษ์ อมฤตวิสุทธิ (2542: ง) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 6 มีความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคล่องในการคิด ไกล่เคียงกัน รองลงมาคือ ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันในทางบวกในระดับสูง ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

สุคนธ์ทิพย์ ตาสิงห์ (2543: ง) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบโครงการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ พบว่าหลังการทดลองใช้โปรแกรมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมในระดับปานกลางถึงระดับมากที่สุด

อนันต์ โพธิกุล (2543: ง) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของนักเรียนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยที่ปรับแล้วของคะแนนจากการสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ลำออง ใจการณ์ (2544: ง) ได้สำรวจความคิดเห็นของข้าราชการครู สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอปัว จังหวัดน่าน ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้ ซึ่งในผลการวิจัยพบว่า ข้าราชการครูมีความเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวปฏิรูป การเรียนรู้ในภาพรวม ด้านการพัฒนาหลักสูตรแบบบูรณาการ ด้านการจัดทำแผนการสอนแบบ บูรณาการ และด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ในระดับมากที่สุดด้านความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ข้าราชการครูมีความคิดเห็นในระดับปานกลาง โดยมีความคิดเห็นสูงสุดในด้านการจัดทำแผนการสอนแบบบูรณาการ และต่ำสุดในด้านความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

ถนอมเกียรติ งานสกุล (2545 : 33 - 39) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ ในด้านความรู้ ทักษะการปฏิบัติ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ การอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียนสื่อความหมาย ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานที่โรงเรียนกำหนดไว้คิดเป็นร้อยละ 95 และนักเรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545 : 97) ได้ทำวิจัยพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์และฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.64/82.32 และเมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์และฟังก์ชัน หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

องอาจ ชีมรัมย์ (2546: ง) ได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง “คณิตศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน” โรงเรียนวัดเวฬุวนาราม (สินทรัพย์อนุสรณ์) จังหวัดกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านทักษะ/กระบวนการ ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

นงลักษณ์ แก้วมาลา (2547: ง) ได้สร้างชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการทดลองสูงกว่าก่อนได้รับการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนันท์ กล่อมฤทธิ์ (2547: ง) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ท 32101 ภาษาไทย เรื่องขุนช้างขุนแผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ

บูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ท 32101 ภาษาไทย ไม่แตกต่างกัน

โพธิ์ทิพย์ วัชรสวัสดิ์ (2547: 51-67) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการเชื่อมโยง เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 29 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เพื่อแก้ปัญหาในงานวิชาชีพและชีวิตจริงสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษาสามารถจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ที่แสดงการเชื่อมโยงความรู้เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ งานวิชาชีพและชีวิตจริงได้ ผลการประเมินโครงการทั้งหมดอยู่ในระดับดีทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการและการนำเสนอโครงการ

กัญญา จันทะไพโร (2548: 205) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างบูรณาการ สอดแทรกกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพญาพัฒนศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 72.09 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

อเนก พุทธิเดช (2548: ง) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประมาณค่า” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลวัดเขียน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงของนักเรียนระหว่างที่ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนและหลังการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการประมาณค่า คิดเป็นร้อยละ 61.90 และ 60.29 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ จะพบว่าค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียนและเมื่อพิจารณาแยกตามรายแผนการเรียนทั้งหกแผนการเรียนมีค่าเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนที่ใช้กิจกรรมการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการที่ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประมาณค่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักเรียนมีเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประมาณค่า อยู่ในระดับปานกลาง

จากงานวิจัยข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการสามารถนำมาเป็นแนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยในขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าความรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา ช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ และคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.3 ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) โดยกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ซึ่งแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อนการทดลอง	ตัวแปรจัดกระทำ	การวัดหลังการทดลอง
E	T_1 และ T_2	X	T_1 และ T_2
C	T_1 และ T_2	$\sim X$	T_1 และ T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
T_1	แทน	แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
T_2	แทน	แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
X	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
$\sim X$	แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2550

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยเลือกสุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา ซึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กรุงเทพมหานคร โดยโรงเรียนจัดนักเรียนแต่ละห้องเรียนแบบคละความสามารถ จากการศึกษาตรวจสอบพบว่าปีการศึกษา 2550 โรงเรียนมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 7 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างได้เลือกตัวอย่างมา 2 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 35 และ 33 คน ตามลำดับ ทั้งสองห้องเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ปีการศึกษา 2549 ใกล้เคียงกันมากที่สุด ในจำนวน 7 ห้องเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยนำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าทั้งสองห้องมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน จึงนำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อจัดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ

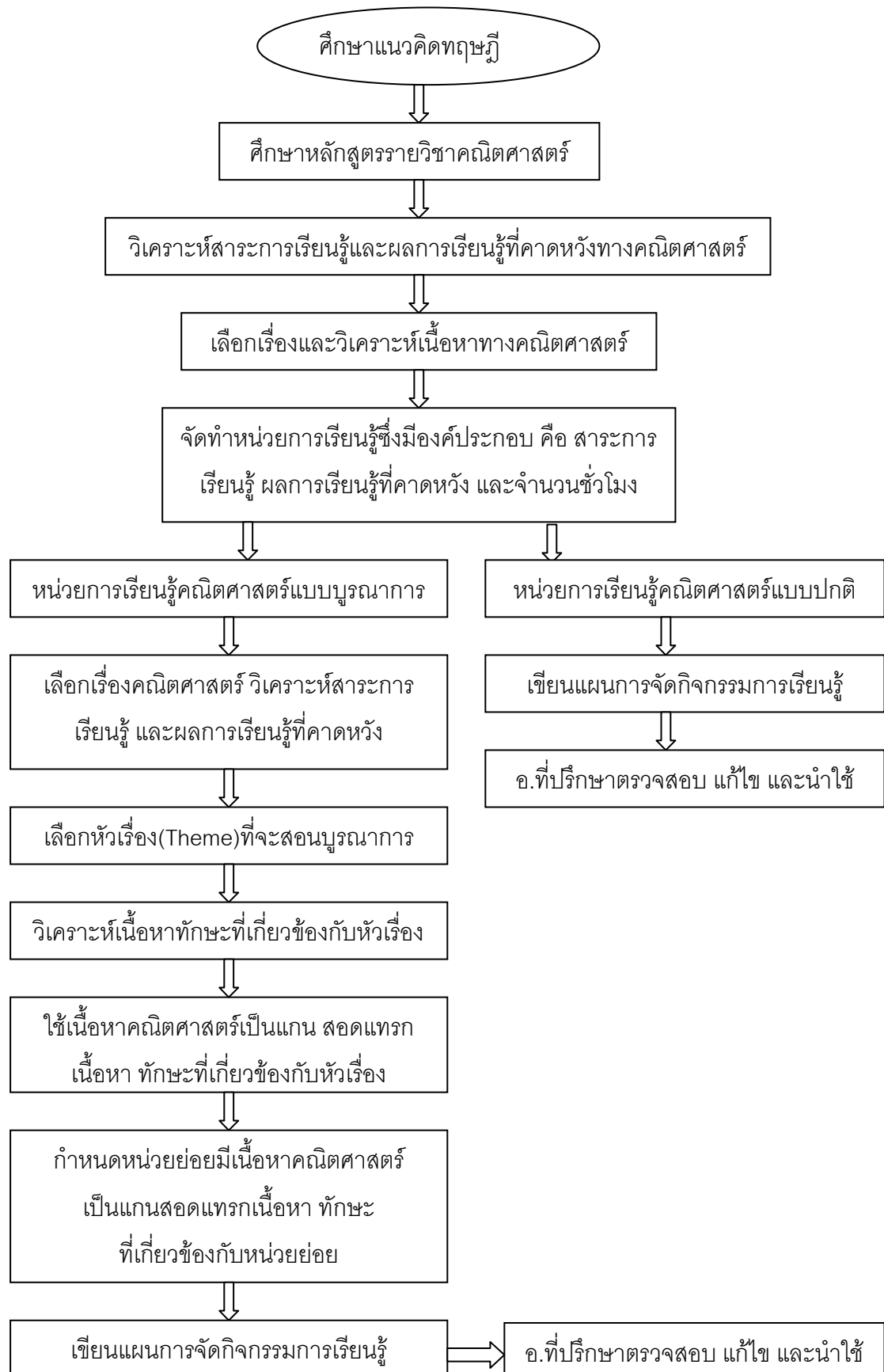
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับใช้ในการทดลองสอน 15 ชั่วโมง ซึ่งสร้างขึ้นจากหน่วยการเรียนรู้ กรอบกระบวนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของผู้วิจัย แสดงรายละเอียด ดังแผนภูมิที่ 2 หน้า 57

แผนภูมิที่ 2 แสดงกรอบกระบวนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของผู้วิจัย



4.1.1 การดำเนินการศึกษาเบื้องต้น

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากเอกสารและตำราต่างๆ
2. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนพุทธจักรวิทยาปีการศึกษา 2550
3. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัด และการประเมินผล
4. ผู้วิจัยเลือกเรื่องและวิเคราะห์เนื้อหาก่อนการสร้างหน่วยการเรียนรู้โดยเลือกเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งประกอบด้วย รูปเรขาคณิตสามมิติ ปริมาตรของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม และพื้นที่ผิวปริซึมและทรงกระบอก

4.1.2 การสร้างหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์

องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอน หน่วยการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และแบบบูรณาการ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ทั้งสองแบบมีส่วนที่เหมือนกันคือ เนื้อหาหลักทางคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังคณิตศาสตร์ และจำนวนชั่วโมงที่ใช้สอนทั้งหน่วยการเรียนรู้ และส่วนที่แตกต่างของหน่วยการเรียนรู้ทั้งสองแบบคือ หน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีการสอดแทรกเนื้อหา และทักษะที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องในเนื้อหาหลักทางคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรให้เกิดความสมบูรณ์สอดคล้องกับหัวเรื่องและชีวิตจริงของผู้เรียน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างหน่วยการเรียนรู้ดังนี้

4.1.2.1 ผู้วิจัยจัดทำหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ดังนี้

1. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรซึ่งประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสามมิติ ปริมาตรของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม และพื้นที่ผิวปริซึมและทรงกระบอก
2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งประกอบด้วย
 - ก. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
 - ข. หาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลมได้ ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาตรแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้
 - ค. หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกได้

ง. ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว กับปริมาตรแก้ปัญหาใน
สถานการณ์ต่างๆ ได้

3. กำหนดเวลาเรียนเพื่อให้เหมาะสม
4. สร้างหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หัวเรื่อง “พื้นที่ผิวและปริมาตร”

ที่	ชื่อหน่วยย่อย	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนชั่วโมง
1	รูปเรขาคณิตสามมิติ	อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้	2
2	ปริมาตรของปริซึมและ พีระมิด	หาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลมได้ ใช้ความรู้เกี่ยวกับ	5
3	ปริมาตรของ ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม	ปริมาตรแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้	6
4	พื้นที่ผิวของปริซึมและ ทรงกระบอก	หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกได้ ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว แก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่างๆ ได้	2
รวม			15

4.1.2.1 ผู้วิจัยจัดทำหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ดังนี้

1. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรซึ่งประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสามมิติ ปริมาตรของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม และพื้นที่ผิวปริซึมและทรงกระบอก

2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งประกอบด้วย

ก. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก
กรวย และทรงกลมได้

ข. หาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรง
กลมได้ ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาตรแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

ค. หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกได้

ง. ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว กับปริมาตรแก้ปัญหาใน

สถานการณ์ต่างๆ ได้

3. ศึกษาบริบทของโรงเรียน ความต้องการ ความสนใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสังเกตสอบถาม สัมภาษณ์ครู และนักเรียน ซึ่งได้ข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์ และสังเคราะห์จนได้หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน” ซึ่งผู้วิจัยแสดงเนื้อหา ทักษะที่สัมพันธ์กับหัวเรื่องได้ดังแผนภูมิที่ 3 หน้า 61

4. วิเคราะห์เนื้อหา ทักษะที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน” ซึ่งเนื้อหาได้แก่ พื้นที่ผิวและปริมาตร รูปเรขาคณิต การวัด หน่วยการวัด การตวง การคาดคะเน การประมาณค่า อัตราส่วน สัดส่วน การคำนวณ การออกแบบ การวาดภาพสามมิติ การตกแต่ง อาหาร สมบัติของสาร ปริมาตรจากการแทนที่น้ำ การสังเกต การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หลักความพอประมาณ หลักความมีเหตุผล การออม ทักษะทางสังคม มารยาทในการรับประทานอาหาร อาหารและโภชนาการ ส่วนประกอบของอาหาร การจัดโต๊ะอาหาร และชนิดของงานเลี้ยง

5. สร้างหน่วยย่อยที่สอดคล้องกับหัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน” ดังนี้

หน่วยย่อยที่ 1 วาดฝัน

หน่วยย่อยที่ 2 เตรียมอะไรเท่าไรดี

หน่วยย่อยที่ 3 เตรียมเงินเท่าไรและอย่างไร

หน่วยย่อยที่ 4 ต้องใช้กระดาษห่อของขวัญเท่าไร

หน่วยย่อยที่ 5 วันบูรณาการ

6. วิเคราะห์เนื้อหา ทักษะที่เกี่ยวข้องกับหน่วยย่อย แล้วสอดแทรกเนื้อหา ทักษะที่เกี่ยวข้องกับหน่วยย่อยเข้าไปในเนื้อหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรที่เป็นแกน เพื่อให้หน่วยย่อยนั้นๆ มีความสมบูรณ์ เป็นสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและเกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน” งานวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการสอดแทรกโดยครูผู้สอนคนเดียวเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในบริบทที่สอดคล้องกับชีวิตจริงจึงไม่มีการบูรณาการผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

หน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแสดงได้ดังตารางที่ 3 หน้า 62

แผนภูมิที่ 3 แสดงเนื้อหาและทักษะที่นำมาบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน”



ตารางที่ 3 แสดงการบูรณาการเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน”

ที่	ชื่อหน่วยย่อย	เนื้อหาที่เป็นแกน	เนื้อหาทักษะที่นำมาบูรณาการ
1	วาดฝัน	รูปเรขาคณิตสามมิติ	รูปเรขาคณิตสองมิติ ชนิดของงานเลี้ยง อาหารและโภชนาการ หลักความพอประมาณ หลักความมีเหตุผล การวาดภาพสามมิติ สารอาหาร สมบัติของสาร
2	เตรียมอะไรเท่าไรดี	ปริมาตรของปริซึมและพีระมิด	ส่วนประกอบของอาหาร หน่วยการวัด การตวง การคาดคะเน การประมาณค่า การคำนวณ อัตราส่วน สัดส่วน การออกแบบภาชนะ หลักความพอประมาณ หลักความมีเหตุผล การใช้วัสดุที่อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การสังเกต ประวัติพีระมิด
3	เตรียมเงินเท่าไรและอย่างไร	ปริมาตรของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม	การตวง การประมาณค่า การคาดคะเน การวัด การคำนวณ ประวัติความเป็นมาของกระปุกออมสิน การออม การออกแบบกระปุกออมสิน ปริมาตรจากการแทนที่น้ำ หลักความพอประมาณ หลักความมีเหตุผล การสังเกต
4	ต้องใช้กระดาษห่อของขวัญเท่าไร	พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก	ความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ การคำนวณ การคาดคะเน การประมาณค่า การออกแบบลวดลายกระดาษห่อของขวัญ การใช้วัสดุที่อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การประดิษฐ์ห่อของขวัญจากเศษวัสดุ
5	วันบูรณาการ	พื้นที่ผิวและปริมาตร	การประมาณค่า การคำนวณค่าอาหาร สารอาหาร การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หลักความพอประมาณ หลักความมีเหตุผล การออกแบบการจัดวาง การจัดโต๊ะอาหาร ประเภทงานเลี้ยง มารยาทในการรับประทานอาหาร การวางแผนเตรียมงาน

7. สร้างหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน” และหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และจำนวนชั่วโมง ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน”

ที่	ชื่อหน่วยย่อย	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวน ชั่วโมง
1	วาดฝัน	อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้	3
2	เตรียมอะไรเท่าไรดี	หาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด	4
3	เตรียมเงินเท่าไรและ อย่างไร	และทรงกลมได้ ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาตร แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้	5
4	ต้องใช้กระดาษห่อ ของขวัญเท่าไร	หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอกได้ ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว แก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่างๆ ได้	2
5	วันบูรณาการ	ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตร แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้	1
รวม			15

4.1.3 การจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 15 ชั่วโมง แต่ละแผนประกอบด้วยผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันที่การบูรณาการ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4.1.3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผู้วิจัย

ดำเนินการจัดทำ ดังนี้

1. ศึกษาหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
2. ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. ศึกษาแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร จากคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ สสวท.

4. เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ฉบับ แสดงได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	สาระการเรียนรู้ คือ	รูปเรขาคณิตสามมิติ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรของปริซึม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรของพีระมิด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรของทรงกระบอกและกรวย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรทรงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	สาระการเรียนรู้ คือ	พื้นที่ผิวปริซึมและทรงกระบอก

4.1.3.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำ ดังนี้

1. ศึกษาหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ
2. ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ
3. เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ การบูรณาการ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 ฉบับ แสดงได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	สาระการเรียนรู้ คือ	รูปเรขาคณิตสามมิติ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรของปริซึม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรของพีระมิด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรของทรงกระบอกและกรวย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	สาระการเรียนรู้ คือ	ปริมาตรทรงกลม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	สาระการเรียนรู้ คือ	พื้นที่ผิวปริซึมและทรงกระบอก
**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	สาระการเรียนรู้ คือ	พื้นที่ผิวและปริมาตร
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	เขียนไว้เฉพาะกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ	

4.1.4 การปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติและแบบบูรณาการในฉบับเดียวกัน และมีการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

4.1.4.1 ผู้วิจัยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 15

ชั่วโมง ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

ก. ให้ปรับข้อความของแต่ละกิจกรรม ให้เขียนคำอธิบายให้ละเอียด ไม่ขึ้นต้นประโยคแบบขาดประธาน เช่น ในการนี้นักเรียนควรคำนึงถึงความสวยงาม ความประหยัด และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ...

ข. ให้แก้คำพูดที่อ่านแล้วงงวย เช่น “นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านใบความรู้ แต่ไม่สามารถตอบคำถามที่ครูถามได้” แก้ไขเป็น “ครูแจกใบความรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านแล้วตอบคำถามท้ายใบความรู้” จาก “ครูและนักเรียนช่วยกันประมาณขนาด โดยวัดจากของจริง” แก้ไขเป็น “ครูและนักเรียนช่วยกันประมาณขนาดของอาหารที่จะใช้ หรือวัดจากของจริงที่เตรียมมา”

ค. ในขั้นการทดลอง น่าจะมีกรณีตัวอย่างให้นักเรียนต้องทำหลายๆ ตัวอย่างและน่าจะมีตารางแสดงการคำนวณ เพื่อใช้ในการสรุป

ง. ช้้นนำไปใช้และประเมินผล ส่วนประเมินผลไม่สอดคล้องกับที่เขียนไว้ในคำจำกัดความของกิจกรรมบูรณาการ ข้อ 2.4

จ. แก้ไขคำการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ คือการสอนที่ใช้คณิตศาสตร์เป็นแกน เชื่อมโยงกับวิชาอื่น โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงเป็นหลักในการจัดการเรียนรู้

ฉ. สารอื่นๆ ที่นำมาบูรณาการ เช่น แผนที่ 4 เรื่องการทดลอง ต้องการให้สาระอะไรบ้างน่าจะเขียนให้เห็น เช่น การทดลองจะมี จุดมุ่งหมาย มีขั้นตอน มีการสรุปให้เขียนลงในแผนการสอนด้วย

ช. ควรเขียนแสดงการได้สาระจากการบูรณาการให้เห็นด้วย เช่น ความรู้สึกเชิงปริภูมิ ควรเขียนให้เห็นว่าได้บรรจุลงไปในแผนการสอนส่วนใด

ซ. แผนที่ 6 ให้เขียนขั้นตอนการสอนแต่ละขั้นให้ละเอียดยิ่งขึ้น เช่น ขั้นสรุปเชื่อมโยง น่าจะเขียนการใช้คำถามสำคัญให้เห็น

ฅ. คำว่า “ปริมาตรออมสิน” แก้เป็น “ปริมาตรระปลูกอมสิน”

ญ. วิธีการศึกษา ในใบกิจกรรมที่ 4.3 ให้เขียนให้ละเอียด ไม่ใช่
คำว่าให้นักเรียนทำการทดลองตามคำถามสำคัญ

ฎ. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ไม่มีหัวข้อการบูรณาการ และใน
ขั้นสรุปเชื่อมโยง น่าจะอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม

ฏ. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ใบบางใช้ได้ แต่ขั้นตอนการสอน
ยังเขียนไม่ละเอียด

ฐ. การบูรณาการ วิทยาศาสตร์ การลงข้อสรุปเป็นการสรุปผลการ
ทดลองหรือไม่ คณิตศาสตร์เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ เรื่องอะไรที่
จะสอนและอยู่ขั้นไหนของแผนการสอน

ฑ. ขั้นสรุปเชื่อมโยง น่าจะเขียนให้คนอ่านพอมองกิจกรรมออก

ฒ. ชิ้นงานบูรณาการชัดเจนดี และควรเขียนเกณฑ์ในการประเมิน
ชิ้นงานไว้ด้วย

ณ. บทสรุปวันบูรณาการ เขียนดี คำพูดดี แต่สงสัยว่าสิ่งที่ต้องการ
สะท้อนออกมาตรงไหน

4.1.4.2 ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาเสนอแนะและนำ
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่างดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงแผนการดำเนินการทดลองในโรงเรียน

ลำดับที่	สาระ	แผนปกติ		แผนบูรณาการ	
		แผนที่	ชั่วโมง	แผนที่	ชั่วโมง
1	รูปเรขาคณิตสามมิติ	1	3	1	3
2	ปริมาตรของปริซึม พีระมิด	2	2	2	2
3	ทรงกระบอก และกรวย	3	2	3	2
4		4	3	4	3
5	ปริมาตรของทรงกลม	5	2	5	2
6	พื้นที่ผิวของปริซึม และทรงกระบอก	6	3	6	2
	พื้นที่ผิวและปริมาตร	7	-	7	1
รวม		6	15	7	15

ความแตกต่างระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ สำหรับกลุ่มทดลอง และ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้เสนอไว้ในตารางที่ 6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กระบวนการจัดการเรียนรู้	แบบบูรณาการ	แบบปกติ
1. หน่วยการเรียนรู้	มีการสอดแทรกเนื้อหา หรือทักษะวิชาอื่นๆ เป็นหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ หัวเรื่อง “งานเลี้ยงในฝัน” โดยมีเนื้อหาทักษะ ได้แก่ พื้นที่ผิวและปริมาตร รูปเรขาคณิต การวัด หน่วยการวัด การตวง การคาดคะเน การประมาณค่า อัตราส่วน สัดส่วน การคำนวณ การออกแบบ การวาดภาพสามมิติ การตกแต่ง สารอาหาร สมบัติของสาร ปริมาตรจากการแทนที่น้ำ การสังเกต การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม หลักความพอประมาณ หลักความมีเหตุผล การออม ทักษะทางสังคมมารยาทในการรับประทานอาหาร อาหารและโภชนาการ ส่วนประกอบของอาหาร การจัดโต๊ะอาหารและชนิดของงานเลี้ยง	เป็นหน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หัวเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยมีเนื้อหาได้แก่ พื้นที่ผิวและปริมาตร
2. กิจกรรมการเรียนรู้	2.1 <u>ชั้นนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ (Initiating the unit)</u> ครูสร้างความสนใจให้นักเรียนทำกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ โดยอาจใช้วิธีการอภิปราย ชักถาม หรือ ใช้สื่อประเภทต่างๆ เพื่อเสนอปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้นั้นๆ ครูอาจทบทวนความรู้เดิมหรือเพิ่มความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมก่อนขั้นสร้างประสบการณ์	2.1 <u>ชั้นนำ</u> ครูทบทวนพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียน หรือจัดสถานการณ์ หรือกล่าวถึงสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 6 แสดงกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม(ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนรู้	แบบบูรณาการ	แบบปกติ
<p>2. กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)</p>	<p>2.2 <u>ขั้นสร้างประสบการณ์ (Point of Experiencing)</u> ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย เป็นกลุ่มหรือเดี่ยวแล้วแต่ความเหมาะสมของกิจกรรม ซึ่งนักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบการแก้ปัญหา แบบสืบสวนสอบสวน กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การสำรวจหรือการศึกษาค้นคว้า เน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน มากกว่าการสอนของครู ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง มากกว่าการเรียนรู้ในห้องเรียนแบ่งประสบการณ์เป็น 2 แบบคือ แบบที่ 1 ผู้เรียนใช้ความคิดรวบยอดที่เรียนมา ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง แบบที่ 2 ผู้เรียนทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง แล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอด</p>	<p>2.2 <u>ขั้นสอน</u> ครูดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามคำแนะนำในคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ดังนี้ ครูสาธิตสื่อการเรียนที่แสดงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนในชั่วโมงครูใช้คำถามตอบเพื่อให้นักเรียนได้ข้อความรู้และเป็นการชี้แนะให้นักเรียนทราบมโนทัศน์ที่ต้องการสอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเรื่องที่เรียน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในระหว่างทำแบบฝึกหัด</p>

ตารางที่ 6 แสดงกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม(ต่อ)

กระบวนการจัดการเรียนรู้	แบบบูรณาการ	แบบปกติ
2. กิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)	<p>2.3 <u>ขั้นสรุปเชื่อมโยง</u> (Culminating activities) ครูให้นักเรียนสรุปเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม โดยร่วมกันคิด สรุปหลักการ และ มโนทัศน์ในเนื้อหาที่เรียนเพื่อ ผสมผสานประสบการณ์ มโนทัศน์ หลักการและกฎเกณฑ์ ย่อยๆ สู่การสร้างมโนทัศน์ที่มีความหมายและกระจ่างยิ่งขึ้น เป็นการสรุปในกลุ่มย่อยๆ และ นำมาเสนอในกลุ่มใหญ่ มีการ แสดงผลงานของกลุ่ม เพื่อให้เห็น ความคิดที่แตกต่างหลากหลาย ในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ</p> <p>2.4 <u>ขั้นนำไปใช้ และประเมินผล</u> (Evaluation) ครูให้นักเรียนนำ มโนทัศน์และหลักการที่ได้รับไป ใช้ฝึกทักษะและการนำความรู้ไป ใช้ในโจทย์ปัญหา หรือ สถานการณ์ใหม่ ทำเป็นกลุ่มหรือ เดี่ยวผสมผสานกันไป การ ประเมินผลจะประเมินต่อเนื่องทุก ขั้นตอนการสอน ประเมินโดยครู และนักเรียน เน้นการประเมิน ตามสภาพจริง จากชิ้นงานหรือ ภาระที่ให้นักเรียนปฏิบัติ</p>	<p>2.3 <u>ขั้นสรุป</u> ครูและ นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์ที่เรียน แล้วนักเรียน จดมโนทัศน์ที่ตนร่วม สรุป นั้นลง สมุด ด้วย จำนวนของตัวเอง</p> <p>2.4 <u>ขั้นประเมินผล</u> ครูใช้การถามตอบ และ การ สังเกต การ ทำ แบบฝึกหัด</p>

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามขั้นตอนการสร้างต่อไป

4.2.1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ข้อ เป็นข้อสอบคู่ขนานทั้งหมด 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.2.1.1 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของ Torrance (1962: 34-38) ซึ่งสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย ความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยจึงกำหนดแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้วัดทั้ง 3 ลักษณะ คือ

1. ความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่จำกัด
2. ความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่ม และหลายแนวทาง
3. ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

4.2.1.2. ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ชุด คู่ขนานกัน โดยแบบทดสอบนี้เป็นแบบอัตนัย ชุดละ 5 ข้อ ซึ่งในแบบทดสอบได้ให้ข้อมูล หรือรูปภาพ แล้วให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ หรือสร้างโจทย์ปัญหา หรือสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล ซึ่งคำสั่งให้นักเรียนทำดังกล่าวนั้นแสดงถึงลักษณะความคิด 3 อย่างที่เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น

4.2.1.2 ผู้วิจัยสร้างและกำหนดเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยเน้นความสามารถในการคิดหาคำตอบในปริมาณที่มาก ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลายทาง และความคิดที่แปลกใหม่ โดยมีแนวทางการตรวจให้คะแนนดังต่อไปนี้

1. คะแนนความคล่องในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนน โดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไขโจทย์ โดยให้คำตอบละ 5 คะแนน ถ้าตอบซ้ำจะไม่ได้คะแนนอีก

2. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจให้คะแนน โดยพิจารณาจากจำนวนกลุ่มของคำตอบ หรือพิจารณาทิศทางของคำตอบ หรือคำตอบที่มีความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มคำตอบแล้วให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 5 คะแนน

3. คะแนนความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยพิจารณาจากคำตอบที่แปลกใหม่ไปจากคำตอบของผู้อื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 1 ของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบได้ จัดว่ามีความคิดริเริ่มมากที่สุด แล้วนำจำนวนคำตอบที่ซ้ำกันของคำตอบทั้งหมดที่ได้ มาคิดคะแนนซึ่ง Croplay (1966: 261-262) มีเกณฑ์ไว้ ดังนี้

จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6-11%	1
3-5%	2
2%	3
ไม่เกิน1%	4

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่มจึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบ แล้วจึงนำความถี่นั้นมาเทียบกับเกณฑ์ข้างต้น แล้วจึงให้คะแนน

4.2.1.4) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้เสนอแนะดังนี้

- ก. ข้อคำถามควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ปรับสำนวนภาษาให้สละสลวย
- ข. ควรเว้นที่ว่างในกระดาษคำตอบให้พอเหมาะ
- ค. แบบทดสอบบางข้อไม่จำเป็นต้องให้ข้อมูลจนครบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เกิดความคิดสร้างสรรค์
- ง. ไม่ควรการคิดคำนวณโดยละเอียด อาจให้เขียนคำตอบหรือวิธีการหาคำตอบเพียงคร่าวๆ

4.2.1.3 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบความตรง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิให้การเสนอแนะดังนี้

ก. ควรใช้ดินสอในการทำแบบทดสอบ
 ข. ปรับสำนวนภาษา ใช้คำในภาษาไทยแทนคำในภาษาอังกฤษ
 เช่น แบบที่ 1 แทน size A

ค. หารูปภาพที่มองเห็นชัดเจน
 ง. เพิ่มช่องอื่นๆ นอกเหนือจากรูปเรขาคณิตทั้ง 5 ประเภทที่กำหนดให้

จ. ไม่ควรให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบและบอกคำตอบ เพราะเราต้องการวัดความคิดสร้างสรรค์ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดได้มากแบบที่สุด ถ้าจะให้ไม่ควรถามให้นักเรียนตอบโดยละเอียด อาจมีเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบวิธีการคิดของตนเองก็ได้

ฉ. เพิ่มข้อมูลที่เป็นบางอย่างลงไปเพื่อให้ข้อสอบง่ายขึ้น เช่น เพิ่มขนาดของภาชนะ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเขียนคำตอบ

4.2.1.4 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดโดยนำมาหาค่าอำนาจจำแนกและความยากเป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยากมีค่า 0.2–0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.2 ขึ้นไปซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับเป็นดังนี้

ฉบับที่ 1

$$\text{ค่าความยาก (p)} = 0.31-0.57$$

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (r)} = 0.27-0.66$$

ดังนั้นข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 5 ข้อจาก 7 ข้อ

ฉบับที่ 2

$$\text{ค่าความยาก (p)} = 0.38-0.55$$

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (r)} = 0.02-0.51$$

ดังนั้นข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 5 ข้อจาก 7 ข้อ

4.2.1.5 ผู้วิจัยคัดข้อสอบออกจำนวน 2 ข้อ ได้แก่ข้อ 4 และ 5 ของแบบวัด ทั้งสองฉบับเนื่องจากเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกน้อย จากนั้นนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อไปทดลองกับนักเรียนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัยที่ไม่ใช่กลุ่มที่เคยทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดโดยนำมาหาค่าอำนาจจำแนก และความยากเป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยากมีค่า 0.2–0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.2 ขึ้นไปจากนั้นวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค(Cronbach) โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าเกิน 0.6 ผลปรากฏว่า

<u>ฉบับที่ 1</u>	ค่าความเที่ยง	= 0.74
	ค่าความยาก (p)	= 0.29-0.49
	ค่าอำนาจจำแนก (r)	= 0.23–0.42
<u>ฉบับที่ 2</u>	ค่าความเที่ยง	= 0.67
	ค่าความยาก (p)	= 0.21-0.43
	ค่าอำนาจจำแนก (r)	= 0.31–0.56

4.2.1.6 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเที่ยง 0.6 ขึ้นไป แต่ละข้อมีค่าความยาก 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ข้อ เป็นข้อสอบคู่ขนานทั้งหมด 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.2.2.1 กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของ สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 203-204) ซึ่งสรุปได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถของผู้เรียนดังนี้

- ก. สามารถมองปัญหาที่กำหนดให้โดยภาพรวมแล้ววิเคราะห์หามีเนื้อหาคณิตศาสตร์หรือเนื้อหาอื่นๆ ไต่บ้างที่เกี่ยวข้อง
- ข. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาและความคิดรวบยอดทั้ง

ระหว่างคณิตศาสตร์และเนื้อหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยบอกสูตร หลักการ หรือสมการ

ค. สร้างความหมายของความสัมพันธ์ของเนื้อหาและความคิดรวบยอดโดยการเขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบมาพอสังเขป

ง. ขยายแนวคิด หลักการ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกันโดยที่

- ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกัน หรือ
- วิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวข้องโดยภาพรวม

โดยบอกได้ว่ามีเนื้อหาใดที่เหมือนกับสถานการณ์เดิม และเนื้อหาใดที่เป็นเนื้อหาใหม่

4.2.2.2. สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ชุด คู่ขนานกัน โดยแบบทดสอบนี้เป็นแบบอัตนัย ชุดละ 6 ข้อ ซึ่งในแบบทดสอบได้ให้โจทย์ปัญหาสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนเขียนตอบ

4.2.2.3 สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้ การให้คะแนนในแต่ละข้อคะแนนเต็ม 10 คะแนน แต่ละหัวข้อย่อย ก ข ค และ ง ให้คะแนนเต็มข้อละ 2.5 คะแนน ตามเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- | | | |
|----|--|-----------|
| ก. | ระบุความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วน | คะแนน 2.5 |
| | ระบุความรู้ในการแก้ปัญหาครบถ้วนแต่ขาดรายละเอียดสำคัญ | คะแนน 2.5 |
| | ระบุความรู้ในการแก้ปัญหาถูกต้องขาดบางรายการที่ไม่สำคัญ | คะแนน 1.5 |
| | ระบุความรู้ได้ในบางรายการที่ไม่สำคัญ | คะแนน 1.0 |
| | ระบุความรู้ แต่ขาดความถูกต้องหรือไม่มีรายละเอียดสำคัญ | คะแนน 0.5 |
| | ไม่ระบุความรู้ได้เลย | คะแนน 0 |
| ข. | ระบุสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน | คะแนน 2.5 |
| | ระบุสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องครบถ้วน แต่ขาดรายละเอียดสำคัญ | คะแนน 2.0 |
| | ระบุสูตรหรือสมการที่ถูกต้อง แต่ขาดบางรายการที่ไม่สำคัญ | คะแนน 1.5 |
| | ระบุสูตรหรือสมการได้ ในบางรายการที่ไม่สำคัญ | คะแนน 1.0 |
| | ระบุสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รายละเอียดและไม่ถูกต้อง | คะแนน 0.5 |
| | ไม่ระบุสูตรหรือสมการได้เลย | คะแนน 0 |
| ค. | เขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน | คะแนน 2.5 |
| | เขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบครบถ้วนแต่ขาดรายละเอียด | คะแนน 2.0 |
| | เขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบถูกต้องขาดรายการที่ไม่สำคัญ | คะแนน 1.5 |

	เขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบเพียงบางขั้นตอนที่ไม่สำคัญ	คะแนน 1.0
	พยายามเขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบแต่ขาดความถูกต้อง	คะแนน 0.5
	ไม่เขียนอธิบายเลย	คะแนน 0
ง.	แบ่งรายละเอียดคะแนน ดังนี้	
	สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง	คะแนน 1.5
	ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ถูกต้อง	คะแนน 1.5
	ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาได้แต่ไม่ค่อยสมบูรณ์	คะแนน 1.0
	พยายามยกตัวอย่างแต่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	คะแนน 0.5
	ไม่ยกตัวอย่างสถานการณ์ใดเลย	คะแนน 0
	<u>ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่นักเรียนยกตัวอย่าง</u>	คะแนน 1.5
	<u>ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด</u>	คะแนน 0.5
	ระบุความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่กำหนดถูกต้อง	คะแนน 0.5
	ไม่ระบุความรู้ใดเลย	คะแนน 0
	<u>ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด</u>	คะแนน 0.5
	ระบุความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่กำหนดถูกต้อง	คะแนน 0.5
	ไม่ระบุความรู้ใดเลย	คะแนน 0

4.2.2.4. นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาเพื่อความถูกต้อง ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้เสนอแนะดังนี้

ก. การออกแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงของงานวิจัยนี้ ควรรวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้กับรายวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน

ข. เนื่องจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงนั้นค่อนข้างยาก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ ควรมีคำอธิบายแนวทางในการตอบ เช่น ก. จงบอกความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหานี้ ข. จงบอกสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้อง ค. จงอธิบายวิธีการหาคำตอบโดยไม่ต้องคำนวณ ง. จงยกตัวอย่างสถานการณ์ที่นำความรู้ในปัญหาข้างต้นไปใช้ เป็นต้น

ค. การให้ค่าน้ำหนักคะแนนในข้อ ก. ข. ค. และ ง. เท่ากัน

4.2.2.5 นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

และเกณฑ์การให้คะแนนที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านพิจารณาตรวจสอบความตรง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำดังนี้

ก. ปรับภาษาโดยใช้ถ้อยคำให้ชัดเจนไม่ห้วนจนเกินไปและเรียบเรียงให้สละสลวยมีคำเชื่อมโยง

ข. ปรับตัวเลข เช่น ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางหรือรัศมีให้สัมพันธ์กับในชีวิตจริง

ค. แบบวัดฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลองควรรักษาใช้คำที่สอดคล้องกัน และวัดขั้นตอนกระบวนการคิดที่ไม่แตกต่างกัน

ง. โจทย์ปัญหาที่นำมาควรมาจากสถานการณ์จริงและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียน

4.2.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วจำนวน 6 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัยเพื่อหาคุณภาพของแบบวัดโดยนำมาหาค่าอำนาจจำแนก และความยากเป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยากมีค่า 0.2–0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับเป็นดังนี้

<u>ฉบับที่ 1</u>	ค่าความเที่ยง	= 0.90
	ค่าความยาก (p)	= 0.40 - 0.59
	ค่าอำนาจจำแนก (r)	= 0.30 - 0.45

ดังนั้นข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้ง 6 ข้อ

<u>ฉบับที่ 2</u>	ค่าความเที่ยง	= 0.94
	ค่าความยาก (p)	= 0.38 - 0.55
	ค่าอำนาจจำแนก (r)	= 0.40 - 0.52

ดังนั้นข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้ง 6 ข้อ

4.2.2.7 ผู้วิจัยคัดข้อสอบออกจำนวน 1 ข้อได้แก่ข้อ 2 ซึ่งเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกน้อย จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จำนวน 5 ข้อไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัยที่ไม่ใช่กลุ่มที่เคยทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคุณภาพของ

แบบวัดโดยนำมาหาค่าอำนาจจำแนก และความยากเป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยากมีค่า 0.2–0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.2 ขึ้นไปจากนั้นวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค(Cronbach) โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าเกิน 0.6 ผลปรากฏว่า

<u>ฉบับที่ 1</u>	ค่าความเที่ยง	= 0.89
	ค่าความยาก (p)	= 0.20 - 0.42
	ค่าอำนาจจำแนก (r)	= 0.48 – 0.60
<u>ฉบับที่ 2</u>	ค่าความเที่ยง	= 0.93
	ค่าความยาก (p)	= 0.31 - 0.53
	ค่าอำนาจจำแนก (r)	= 0.49 – 0.56

4.2.2.8 นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเที่ยง 0.6 ขึ้นไป แต่ละข้อมีค่าความยาก 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป จำนวน 5 ข้อ ไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

4.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นเตรียมการ และขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.3.1 ขั้นเตรียมการ

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ สำหรับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมตามลำดับ

4.3.1.1 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.3.1.2 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวม

ข้อมูล จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนพุทธจักรวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร

4.3.1.3 ผู้วิจัยทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บเป็นข้อมูล

4.3.2 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองชนิดที่เตรียมไว้

4.2.2.2 ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โดยสอนตามชั่วโมงปกติที่ทางโรงเรียนพุทธจักรวิทยา จัดไว้สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

4.2.2.3 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยทดสอบนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากการดำเนินการวิจัยพบว่า มีนักเรียนส่วนหนึ่งที่เข้าร่วมกิจกรรมไม่ครบตามกำหนดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ถ้านำคะแนนจากแบบวัดความสามารถของนักเรียนส่วนนี้มาคิดอาจทำให้ผลการวิจัยเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุมจากเดิม 35 คน จึงเหลือ 31 คนและกลุ่มทดลองจากเดิม 33 คน จึงเหลือ 31 คน

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้คะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0) ดังนี้

1. นำคะแนนที่ทดสอบก่อนเรียน และคะแนนที่ทดสอบหลังเรียน มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตแต่ละกลุ่มด้วยการทดสอบค่าที (t-test dependent)

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มควบคุมก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบค่าที (t-test independent)

4.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

4.5.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4.5.1.1 หาค่าความเที่ยงของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบาค

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อในแบบสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(พร้อมพรรณน อุดมสิน, 2544: 128)

4.5.1.2 หาค่าความยากของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์รายข้อ โดยใช้สูตรของ วิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

$$\text{Index of Difficulty} = \frac{S_h + S_l - n_t X_{\min}}{n_t (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	S_h	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{\min}	แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_l	แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณน อุดมสิน, 2544: 147)

4.5.1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

$$\text{Index of Discrimination} = \frac{S_h - S_l}{n_h(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	S_h	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน คะแนนสูงสุดที่ได้
	X_{\min}	แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_h	แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณน อุดมสิน, 2544: 147)

4.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน วิเคราะห์ค่าที (t-test independent และ t-difference score) คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการก่อนการทดลองและหลังทดลอง เสนอในตารางที่ 7

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการและกลุ่มปกติ เสนอในตารางที่ 8

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการก่อนทดลองและหลังการทดลอง เสนอในตารางที่ 9

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการและกลุ่มปกติ เสนอในตารางที่ 10

มีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการก่อนการเรียนรู้และหลังการทดลอง

ตารางที่ 7 แสดงค่าผลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้ค่าที (t-dependent)

กลุ่มตัวอย่าง	\bar{X}	s	t
หลังการทดลอง	482.13	227.57	-7.434*
ก่อนการทดลอง	193.81	82.57	

*p < 0.05

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองแตกต่างกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการและกลุ่มปกติ

ตารางที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติ โดยใช้ค่าที (t-independent)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	s	t
กลุ่มทดลอง	31	482.13	227.47	-3.839*
กลุ่มควบคุม	31	308.90	106.58	

*p < 0.05

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการก่อนการเรียนและหลังการ
ทดลอง

ตารางที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการ
เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยใช้
ค่าที(t-dependent)

กลุ่มตัวอย่าง	\bar{X}	s	t
หลังการทดลอง	31.10	7.81	-13.887*
ก่อนการทดลอง	13.44	5.59	

*p < 0.05

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง
ความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองแตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ
บูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง
คณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการและกลุ่มปกติ

ตารางที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง
ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติ โดยใช้ค่าที(t-independent)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{X}	s	t
กลุ่มทดลอง	31	31.10	7.81	-4.486*
กลุ่มควบคุม	31	22.39	7.47	

*p < 0.05

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์การวิจัยคือ เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ กับกลุ่มปกติ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการกับกลุ่มปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยเลือกสุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างได้เลือกตัวอย่างมา 2 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 35 และ 33 คน ตามลำดับ ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2549 ของทั้งสองห้องเรียนมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งพบว่าทั้งสองห้องมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน จึงนำค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อจัดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ และแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งเป็นแผนการแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 15 ชั่วโมง แต่ละแผนประกอบด้วยผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันที่การบูรณาการ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล โดยกลุ่มทดลองได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดการสอนเพื่อให้เกิดการบูรณาการของ Lardizabal และคณะ (1970) เป็นหลักสอดแทรกชั้นการสอน เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่แนะนำไว้ในคู่มือการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเป็นไปตามแนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จากนั้นนำแผนที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขและนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำฉบับละ 1 ชั่วโมง 40 นาที เป็นแบบทดสอบฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลองที่คู่ขนานกัน ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.74 และ 0.67 มีค่าความยากเป็น 0.29–0.49 และ 0.21–0.43 มีค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.23–0.42 และ 0.31–0.56 ตามลำดับ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำฉบับละ 1 ชั่วโมง 40 นาที เป็นแบบทดสอบฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลองที่คู่ขนานกัน ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.89 และ 0.93 มีค่าความยากเป็น 0.20–0.42 และ 0.48–0.60 มีค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.31–0.53 และ 0.49–0.56 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสถิติและการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0)

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น ปรากฏผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีประเด็นที่น่าสนใจที่สามารถนำมาอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อตอบปัญหาที่สงสัยเป็นกลุ่มหรือเดี่ยวแล้วแต่ความเหมาะสมของกิจกรรม โดยนักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบการแก้ปัญหา แบบสืบสวนสอบสวน การทดลอง การสำรวจหรือการศึกษาค้นคว้า ได้ฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง และใช้ความคิดรวบยอดที่เรียนมาในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องหรือทำกิจกรรมเกี่ยวกับหัวเรื่องแล้วสรุปเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งนักเรียนได้สรุปเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับ

จากการทำกิจกรรม โดยร่วมกันคิดสรุปหลักการและมโนทัศน์ในเนื้อหาที่เรียน เพื่อผสมผสานประสบการณ์ ความคิดรวบยอด หลักการและกฎเกณฑ์ย่อยๆ สู่การสร้างความคิดรวบยอดที่มีความหมายและกระจ่างยิ่งขึ้นอาจมีการแสดงผลงานของกลุ่ม เพื่อให้เห็นความคิดที่แตกต่างหลากหลายในการแก้ปัญหาหนึ่งๆ

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีกระบวนการตรงกับ Torrance (1973: 47) ซึ่งได้อธิบายกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์เป็น 5 ขั้นตอน คือ 1)การค้นหาความจริง (Fact Finding) เป็นขั้นเกิดความรู้สึกกังวลหรือสับสน วุ่นวายในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร ต้องพิจารณาดูว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความรู้สึกเหล่านั้นคืออะไร 2)การค้นพบปัญหา (Problem Finding) เป็นการเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น หรือมองเห็นปัญหา เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว 3) การค้นพบแนวคิด (Idea Finding) เป็นการรวบรวมความคิดและตั้งสมมติฐาน แล้วรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น 4) การค้นพบคำตอบ (Solution Finding) เป็นการค้นพบคำตอบหลังจากที่ทดสอบแนวคิดและสมมติฐานและ 5)การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance Finding) เป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่า สิ่งที่ค้นพบจะนำไปสู่การเกิดแนวคิด และข้อค้นพบใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า สิ่งใหม่ที่ท้าทาย (New Challenge) อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการช่วยส่งเสริมพัฒนาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ด้าน คือ 1)ความคิดคล่อง (Fluency) ซึ่งหมายถึง ความสามารถของบุคคลในการผลิตความคิดได้หลากหลายเพื่อตอบต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะ เป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง 2)ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้านและ 3)ความคิดริเริ่ม (Originality) ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้แปลกใหม่ แตกต่างความคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนถาม และให้ความสนใจต่อคำถาม และไม่มุ่งเพียงคำตอบคำตอบเดียว ครูตั้งใจฟัง เอาใจใส่ความคิดแปลกๆ และตอบคำถามเด็กอย่างมีชีวิตชีวา และกระตุ้นหรือรื้อต่อคำถามแปลกๆ และตอบคำถามเด็กอย่างมีชีวิตชีวา กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1973)

ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์จรัส ตัณฑวิสุทธิ (2528: 76-79) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชา สังคมศึกษา โดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาโดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทั้งในด้านความ

คล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และธนพงษ์ อมฤตวิสุทธิ (2542: 40-44) ซึ่งศึกษาการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน พบว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันในทางบวกในระดับสูงที่ระดับนัยสำคัญ .01 นั่นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเป็นแนวทางในการส่งเสริมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อีกทางหนึ่ง

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการในกรอบแนวคิดของผู้วิจัยที่เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยมีหัวเรื่องที่เป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นตัวอย่างของการสัมพันธ์ความรู้ ทักษะทั้งภายในกลุ่มสาระระหว่างกลุ่มสาระและชีวิตประจำวัน ซึ่งสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 360) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการ เรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

จากผลการวิจัยพบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pugalee (2001: 236-243) ที่ได้ศึกษาตรวจสอบเกี่ยวกับการเขียนของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงโครงร่างการรู้คิดอย่างชัดเจนกับนักเรียนเกรด 9 ที่ได้ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรพีชคณิต ที่ได้เตรียมการเขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาที่พวกเขากระทำในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการเขียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นทักษะที่จำเป็นแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงโครงร่างของการรู้คิดที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งให้เห็นถึงการประสานกันของพฤติกรรมกรู้คิดที่หลากหลายทำให้มีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ มีระบบ มีการจัดการที่ดี ซึ่งให้เห็นถึงความสำคัญของการเขียนว่าเป็นส่วนหนึ่งของการบูรณาการหลักสูตรทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดทางการเขียนและทางด้านภาษา ให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงกับขีดความสามารถที่นักเรียนมีอยู่ และสอดคล้องกับที่ ธนอมเกียรติ งานสกุล (2545:

33-39) ซึ่งได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่างๆ ในด้านความรู้ ทักษะการปฏิบัติ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ การอ่าน การคิด วิเคราะห์ และการเขียนสื่อความหมาย ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานที่โรงเรียนกำหนดไว้คิดเป็นร้อยละ 95 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับที่ สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 97) ได้ทำวิจัยพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องอนุพันธ์และฟังก์ชัน หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเป็นแนวทางในการส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อีกทางหนึ่ง

ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการผู้วิจัยพบข้อสังเกตต่างๆ ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนชอบทำเพราะสนุกสนาน และได้เรียนรู้สิ่งรอบตัวในชีวิตประจำวัน ไม่น่าเบื่อเหมือนเรียนในหนังสืออย่างเดียว มีนักเรียนที่เกเรและชอบโดดเรียนแต่สามารถวาดภาพได้สวย และสื่อความหมายในกิจกรรมการออกแบบโต๊ะอาหารได้ดี อาจเนื่องมาจากได้ใช้ความสามารถตรงตามความถนัดของตนเอง นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน เพราะสอดคล้องกับความสนใจ คือ งานเลี้ยงจบ ม.3 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนอภิปรายและออกความคิดเห็นในการสร้างสรรค์ภาพวาดของโต๊ะอาหารได้ดี นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติเข้ากับชีวิตประจำวัน โดยการคิดรายการอาหารที่จัดเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ ได้

2. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเหมาะสำหรับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ และทักษะต่างๆ ที่ค่อนข้างดี ปัญหาที่พบเมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานเดิมไม่ดีพอ เช่น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบการเขียนอธิบาย มีความสามารถในการเขียนอธิบายอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อย แต่สามารถตอบข้อซักถาม และอภิปรายในประเด็นได้ ครูแก้ไขโดยการใช้คำถาม การสัมภาษณ์เพื่อการประเมินผล มากกว่าการวัดจากการเขียนลงในใบงานหรือแบบฝึกหัด แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอที่ ต้องปรับปรุง นักเรียน

ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องสารอาหาร จากวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากจำความรู้เดิมไม่ได้ ครูแก้ไขโดยการทบทวนความรู้เดิมนักเรียนไม่สามารถคำนวณปริมาณอาหารได้ เนื่องจากมีทักษะในการคำนวณอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อย และไม่คุ้นเคย ครูแก้ไขโดยการใช้คำถามนำไปสู่การสรุป และอนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้ เพื่อลดความเบื่อหน่ายในการคำนวณ นักเรียนบางส่วนวาดรูปสามมิติยังไม่คล่อง ครูแก้ไขโดยการสอนอธิบายการวาดรูปเรขาคณิตชนิดต่างๆ และให้ไปฝึกวาดตามแบบในหนังสือเรียน นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายเนื่องจากต้องคำนวณจำนวนซึ่งเป็นทศนิยม ครูจึงอนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการให้ได้ผลดี ควรฝึกทักษะกระบวนการกลุ่มให้กับนักเรียนไป สังเกตได้จากนักเรียนไม่ชอบทำงานกลุ่มที่อยู่แบ่งละความสามารถเพราะเพื่อนบางคนไม่ยอมช่วยเหลือ ครูให้กำลังใจและอธิบายให้เข้าใจว่าเพื่อเป็นการช่วยเหลือเพื่อนนักเรียนควรจะแบ่งงานให้เพื่อนทำตามกำลังความสามารถของเขาเอง

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ครูต้องเป็นผู้มีความสามารถยืดหยุ่นได้ เช่น ครูยืดหยุ่นโดยการใช้คำถาม การสัมภาษณ์เพื่อการประเมินผล มากกว่าการวัดจากการเขียนลงในใบงานหรือแบบฝึกหัด ครูควรทบทวนความรู้เดิม นักเรียนมีทักษะในการคำนวณอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อย และไม่คุ้นเคย ครูควรอนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้ เพื่อลดความเบื่อหน่ายในการคำนวณ นักเรียนบางส่วนวาดรูปสามมิติยังไม่คล่อง ครูควรสอนอธิบายการวาดรูปเรขาคณิตชนิดต่างๆ และให้ไปฝึกวาดตามแบบในหนังสือเรียน นอกจากนี้ครูไม่ควรปล่อยโอกาสที่จะสอดแทรกความรู้ที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกับหัวเรื่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะนั้น เช่น นักเรียนชอบกิจกรรมค้นหาสูตร เพราะมีความเป็นรูปธรรมเห็นชัดเจน ครูได้สอดแทรกสิทธิประโยชน์เนื่องจากเมื่อใช้เครื่องมือวัดปริมาตรพบว่าปริมาตรที่วัดได้จริง กับปริมาตรที่เขียนไว้ข้างกล่องไม่ตรงกัน และได้เรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาตรไม่ตรงตามจริง เช่นขณะทำการทดลองได้ทำน้ำหก บริษัทบรรจุน้อยกว่าความเป็นจริง เป็นต้น

5. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น ครูสังเกตเห็นว่านักเรียนชอบกิจกรรมบูรณาการกับประวัติศาสตร์ เพราะนักเรียนชอบฟังเรื่องเล่า ทำให้สนใจกิจกรรมมากยิ่งขึ้น ในกิจกรรมหาปริมาตรของกรวยนักเรียนได้ทดลองเทน้ำจากทรงกระบอกที่สูงเท่ากับกรวยนั้นๆ และมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ในกรวยหลายขนาด พบว่าน้ำจากทรงกระบอกจะใส่กรวยได้ประมาณ 3 กรวย นักเรียนชอบกิจกรรมนี้ เพราะได้เล่น ทำท่าย และฝึกการคาดคะเนได้ นักเรียนบอกครูว่าชอบการทำกิจกรรมแบบบูรณาการ เพราะตื่นเต้นและลุ้นตลอดเวลาและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง ได้เรียนรู้ประวัติของกระดูกอมสิน เรียนรู้เรื่องการออม ซึ่งได้ทราบว่านักเรียนกำลังเรียนเรื่องนี้อยู่ในวิชาธุรกิจ ในกิจกรรมหาจำนวนเหรียญที่ใช้ในการหยอดกระดูกอมสิน นักเรียนให้

ความสนใจ สามารถตั้งคำถามขยายจากกิจกรรมที่ครูกำหนดได้ เช่น ครูถามว่าจะหยุดเหรียญบาท เหรียญห้าบาท และเหรียญสิบบาทได้ที่เหรียญ นักเรียนก็จะสงสัยต่อไปอีกว่าถ้าหยุดเหรียญห้าสิบบาท เหรียญสองบาทผลที่ได้จะเป็นอย่างไร นักเรียนคิดออกแบบกระปุกออมสินเป็นทรงกระบอก เพราะมีความจุมากที่สุด แต่บางคนก็เลือกแบบทรงกลม หรือกรวย เนื่องจากพิจารณาที่ความสวยงาม

6. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้รวมทั้งเกิดเรียนรู้ในบริบทที่มีความหมาย เช่น ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันดูแลเรื่องงานเลี้ยง เป็นฝ่ายเช่น การดูแลอาหาร การดูแลสถานที่ การทำฉลากของขวัญ นักเรียนมีความกระตือรือร้นเป็นอย่างมาก ในวันงานนักเรียนได้ทำในสรุปกิจกรรมบูรณาการ นักเรียนสามารถสรุปเรื่องที่เรียนมาทั้งหมดได้ และนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการห่อของขวัญแบบต่างๆ และเลือกของขวัญที่เข้ากับงานเลี้ยง เช่น ห่อจานช้อน ห่อปลากระป๋อง ห่อขนมปาร์ตี เป็นต้น ในกิจกรรมครูได้ถามว่าสิ่งของในงานเป็นรูปทรงอะไรบ้าง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณปริมาตรของอาหารแต่ละอย่าง และวิเคราะห์โภชนาการ ในระหว่างการรับประทานอาหาร นักเรียนได้เรียนรู้มารยาทในการรับประทานอาหาร คือ ไม่คุยเสียงดัง ตักอาหารพอประมาณ ไม่ตะกละมูมมาม นักเรียนได้เรียนรู้การทำกระทงใบตองมาใส่อาหารแทนกระดาษ โฟม หรือถุงพลาสติก เพื่อเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมอีกทางหนึ่ง นักเรียนได้เรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง คือ การรู้จักประมาณในการเลือกอาหารมาจัดงานเลี้ยง และมีเหตุผลประกอบการเลือกอาหารที่จะได้รับโภชนาการที่ดี และคุ้มค่ากับราคา รวมทั้งได้เลือกของขวัญและห่อของขวัญโดยใช้กระดาษห่อของขวัญที่ตัวเอง โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ด้วยมาจับฉลากในวันบูรณาการ โดยเป็นของขวัญที่สื่อความหมายว่า งานเลี้ยง ผลการจัดกิจกรรมนักเรียนสามารถดำเนินการเรื่องต่างๆ ได้อย่างเต็มความสามารถ

ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัย และผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ และสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่ากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการมีประโยชน์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยง

ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร ดังนั้นครูควรนำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการไปใช้ในสาระการเรียนรู้หรือระดับชั้นอื่นๆ

2. ผู้สอนควรจัดเนื้อหาและเวลาที่เหมาะสมเพียงพอต่อการเรียนรู้ และการทำกิจกรรม เพราะในช่วงการทำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการนั้นต้องทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดผลดีมากกว่าการสอนเป็นรายคาบ/ชั่วโมงเหมือนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น เนื่องจากจะทำให้การสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มีผลต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล และทักษะในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ เนื่องจากในระหว่างการเรียนการสอนผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนาทักษะความสามารถดังกล่าว

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กัญญา จันทะไพโร. 2548. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสอดแทรก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังทวยศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2544. **สร้างสรรค์นักคิด: คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง.** กรุงเทพมหานคร: รัตนพรชัย.
- โครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์, สำนักงาน. 2540. **คู่มือการฝึกอบรมเพื่อการพัฒนาการเรียนการสอนแบบหน่วยบูรณาการ วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- จันทร์จรัส ตันทสุทธิ. 2528. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมโดยเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตต์วิมล คล้ายสุบรรณ. 2548. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง “การวัด” โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2542. **ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544, ใน พร้อมพรรณ อุดมลินและอัมพร ม้าคะนอง(บรรณาธิการ), **ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.** หน้า 1-28. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.

- ถนอมเกียรติ งานสกุล. 2545. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับ **สถานการณ์ต่างๆ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องทศนิยมและเศษส่วน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธนพงษ์ อมฤตวิสุทธิ. 2542. **ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นงลักษณ์ แก้วมาลา. 2547. **ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่องการแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- น้อมศรี เคท. 2547. คุณภาพหลากหลายที่ได้จากการเรียนรู้คณิตศาสตร์. **วารสารครุศาสตร์**. 32 (มีนาคม – มิถุนายน 2547): 18-28.
- นิสกร ปานประสงค์. 2544 . สัมภาษณ์ศาสตราจารย์กิตติคุณยุพิน พิพิธกุล, นายกษมาคม คณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. **วารสารอัปเดต**. 16(พฤศจิกายน 2544): 79-83.
- บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม. 2533. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู สสวท**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. 2544. **การพัฒนาหลักสูตรโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. เชียงใหม่: เชียงใหม่แอสติลป.
- บันลือ พุกชะวัน. 2527. **หลักสูตรกับบูรณาการทางการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ประยูรศรี สุยะสุมานนท์. 2521. **วิธีสอนวิธีสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตแนวใหม่ (เฉพาะสังคมศึกษา)**. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2544. **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พร้อมพรรณ อุดมสิน. การประเมินผลทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์, ใน พร้อมพรรณ อุดมสินและอัมพร ม้าคะนอง(บรรณาธิการ), **ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. หน้า 137-153.
กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- พระธรรมปิฎก (ป.อ.ปยุตโต). 2540. **การพัฒนาที่ยั่งยืน**. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิธรรม.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2548. **ทักษะ 5 C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โพธิ์ทิพย์ วัชรระสวัสดิ์. 2547. **การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ยุดา รักไทย. 2542. **คนฉลาดคิด**. กรุงเทพมหานคร: เอ็กสเปอร์เน็ท.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2546. **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- วลัย พานิช. 2544. **การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา**. ใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, สุวัฒนา อุทัยรัตน์ และกมลพร บัณฑิตยานนท์(บรรณาธิการ), **แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูมัธยมเพื่อการปฏิรูปการศึกษา**, หน้า 161-170.
กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- วิเศษ ชินวงษ์. 2544. **การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. วารสารวิชาการ**. (ตุลาคม 2544): 27-33.
- ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา. 2547. **การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์. การประชุมวิชาการ การวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการเรียนรู้ (19-20 กรกฎาคม 2547): 133-142.**
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2544. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2545. **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2546. **คู่มือการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ “ตะขบ ต้นไม้ใจดี”**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2547. **แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาแบบอิงมาตรฐาน**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. **คู่มือ วัตถุประสงค์และประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. 2548. **คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. 2548. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. 2545. **การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องอนุพันธ์และฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ. 2537. **เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. 2544. การเรียนรู้แบบองค์รวม. **วารสารวิชาการ**. 4(กุมภาพันธ์): 36-41.
- สาโรช บัวศรี. 2521. **หนังสือความรู้สำหรับครู เรื่อง บูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองสาสน์การพิมพ์.
- สิริพร ทิพย์คง. 2545. **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์. 2546. **การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพมหานคร: บุ๊คพอยท์.
- สุนทรทิพย์ ตาสิ่ง. 2543. **การพัฒนาโปรแกรมบูรณาการคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบโครงการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุนันท์ กล่อมฤทธิ์. 2542. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ท 32101 ภาษาไทย เรื่องขุนช้างขุนแผน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการสอนภาษาไทย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2545. 19 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2547. ผลการสอบวัดคุณภาพระดับชาติ ปี 2547[Online]. แหล่งที่มา: [http://bet.obec.go.th/nt/NT46\(Country\).html](http://bet.obec.go.th/nt/NT46(Country).html) [2 สิงหาคม 2549].
- ลำลี รักสุทธิ และคณะ. 2544. เทคนิควิธีการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ. กรุงเทพมหานคร: ธนัชการพิมพ์.
- ลำออง ใจการณ์. 2544. ความคิดเห็นของข้าราชการครู สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา อำเภอปัว จังหวัดน่าน ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนว ปฏิรูปการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- อเนก พุทธิเดช. 2548. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “การประมาณค่า” สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลวัดเข็ญ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- องอาจ ชีมรัมย์. 2546. ความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง “คณิตศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน” โรงเรียนวัดเวฬุวนาราม (สินทรัพย์อนุสรณ์) จังหวัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- อนันต์ โฟธิกุล. 2543. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ แก้ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ บูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อัฉรา ชีวพันธ์. 2538. สอนอย่างไรให้บูรณาการ. วารสารการศึกษา. (กุมภาพันธ์ 2538): 27-31.

- อัมพร ม้าคนอง. 2546. **คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์, ใน **พร้อมพรรณ อุดมสินและอัมพร ม้าคนอง(บรรณาธิการ), ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. หน้า 94-109. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. 2547. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ทฤษฎีและการประยุกต์ทางการศึกษาคณิตศาสตร์**. (เอกสารอัดสำเนา).
- อัมพร ม้าคนอง. 2547. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การพัฒนาทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์**. (เอกสารอัดสำเนา).
- อรัญญา สุธาสิโนบล. 2545. การสอนแบบบูรณาการ. **วารสารวิชาการ**. (ธันวาคม 2544): 20-26.
- อารี พันธุ์ณี. 2540. **คิดอย่างสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: เลิฟ แอนด์ ลิฟ เพรส.
- อารี พันธุ์ณี. 2545. **ฝึกคิดให้เป็นคิดให้สร้างสรรค์**. กรุงเทพมหานคร: ไยใหม่.
- อารี พันธุ์ณี. 2546. **จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: ไยใหม่.
- อารีณะ วีรวัฒน์. 2544. คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน. **วารสารอัปเดต**. (พฤศจิกายน 2544): 72-78.
- อุดม เขยกีวงศ์. 2545. **หลักสูตรท้องถิ่น: ยุทธศาสตร์การปฏิรูปการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: บรรณกิจ 1991.

ภาษาอังกฤษ

- Beard, Leigh Ann. 2003. The effects of integrated mathematics and children's literature instructional on mathematics anxiety by gender. **Dissertation abstracts international**[Online]. Available from: <http://www.lib.umi.com/dissertation/fullciot/3084193> [2007, March 13]
- Bob Trammel. 2001. **Integrated mathematics? yes, but teachers need support!** [online]. Available from: http://www.nctm.org/dialogues/2001-01/20010114_print.htm [2007, February 2]

- Cangelosi, J. S. 1996. **Teaching mathematics in secondary and middle school: An interactive approach**. Englewood cliffs, NJ: Merrill.
- Cooplay, A.J. 1966. Creative and Intelligence. **The british journal of educational**. 36(11): 259-266.
- Davis, G.A. A. 1971. Teaching creative thinking in Coangelo, Nicholas and Davis. In G.A. Davis (ed). **Handbook of Gifted Education**. pp. 236 – 244. Boston: Allyn and Bacon, 1991.
- Donald, R, Kerr Jr, and others. 1993. Mathematical model to provide application in the classroom, in **Application in school mathematics**. pp. 45-51. VA: NCTM.
- Donna, F. Berlin. 2001. **Integrated mathematics for middle school; international impressions[online]**. Available from: http://www.nctm.org/dialogues/2001-01/20010110_print.htm [2007, February 2]
- Gallaher, J.J. ,and Gallaher, S.A. 1994. **Teaching the gifted child**. 4th ed. Boston: A Division of Paramount.
- Good, Carter V. 1973. **Dictionary of education**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill
- Guilford, J.,P. 1967. **The nature of human intelligence**. New York: McGraw-Hill.
- Hutchinson, E.D. 1949. **How to think creativity**. New York: Abindon.
- King, Bobie Jean. 2003. The effect of integrated teaching styles on the mathematics performance of eighth-grade students in a pre-algebra class. **Dissertation abstracts international [Online]**. Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/3106553> [2007, March 13]
- Lardizabal, Amparo S. and others. 1970. **Methods and principles of teaching**. Quezzon City: Alemar-Phoenix.
- National Council of Teachers of Mathematics. 1991. **Professional standard for teaching mathematics**. VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics. 2000. **Principles and standards of school mathematics**. Reston. VA: NCTM.
- Osborn, A.F. 1963. **Creative imagination**. New York: Charles Serbners Sons.
- Phelp. 1970. The effects of integrating sentence-combining activities and guided reading procedures on the reading and writing performance of eighth grade students. **Dissertation abstracts international**. 40(1): 179-A.

- Pugalee, David K. 2001. Writing, mathematics, and metacognition: looking for connections through students' work in mathematical problem solving, school science and mathematics. **Dissertation abstracts international**. 101(5): 236-243.
- Ross, Ann, and Karen Olsen. 1993. **The way we were.....the way we can be: a vision for the middle school through integrated thematic instruction**. 2nd ed. Kent, Washington: Books For Educators, Covington Square.
- Terrall. 1979, July. A study of the integration of english skills into the business – education curriculum of public post-secondary school. **Dissertation Abstracts Internationnal**. 40(1): 74 – A.
- Torrance, E.P. 1960. **Education and the creative potential**. Minneapolis: the Lund.
- Torrance, E.P. 1962. **Guiding creative talent**. New Delhi: Prentoice-Hall.
- Torrance, E.P. 1973. **Encouragiong creative in the classroom**. Iowa: Wm C. Brown.
- Westcott, A.M. and Smith, J.A. 1967. **Creative teaching of mathematics in the elementary school**. Boston: Allyn and Bacon.
- Wiltsher, Michael A. 1997. **Integrating mathematics and science for below average ninth-grade students**, **Dissertation Abstracts International** [Online]. Available: <http://www.lib.umi.com/dissertation/fullcit/973408> [2007, March 13]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ชั่งใจ | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 2. อาจารย์ไพโรจน์ น่วมน่วม | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตร การสอน และ
เทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. อาจารย์ปานจิต รัตนพล | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โรงเรียนนวมวิรุฬ |

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ชั่งใจ | อาจารย์ประจำสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรการสอน และ
เทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. อาจารย์ไพโรจน์ น่วมน่วม | อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรการสอน และ
เทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |

ภาคผนวก ข.

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82710
ที่ ศธ.0512.6(2771)/0245 วันที่ 3 กรกฎาคม 2550

เรื่อง ขออนุญาตบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม และรองคณบดี

ด้วย นางสาวกฤษณา ไสยาศรี นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร” โดยมี อาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคลเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ชั่งใจ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ชั่งใจ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.นรุตม์ สุทนต์)

รองคณบดีด้านหลักสูตรและการสอน



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82710
ที่ ศธ.0512.6(2771)/0246 วันที่ 3 กรกฎาคม 2550

เรื่อง ขออนุญาตบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ไพโรจน์ น่วมน่วม

ด้วย นางสาวกฤษณา ไสยาศรี นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร” โดยมี อาจารย์ ดร.ยรวัดณ์ คล้ายมงคลเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้จึงขออนุญาตท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรุทธ์ สุทธจิตต์)

รองคณบดีด้านหลักสูตรและการสอน



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82710
ที่ ศธ.0512.6(2771)/0244 วันที่ 3 กรกฎาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล

ด้วย นางสาวกฤษณา ไสยาศรี นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร” โดยมี อาจารย์ ดร.ยุรวุฒิ คล้ายมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์วัฒนา นำแสงวานิช เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.นรุตม์ สุทธิจิตต์)

รองคณบดีด้านหลักสูตรและการสอน



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0361

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 กรกฎาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ปานจิตร รัตนพล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวกฤษณา ไสยาศรี นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์บูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร” โดยมี อาจารย์ ดร.ยุรวัดณ์ คล้ายมงคลเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นรฤทธิ์ สุทธิจิตต์)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0 – 2218 - 2710



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0248

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

3 กรกฎาคม 2550

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นางสาวกฤษณา ไสยาศรี นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยี การศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์บูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร” โดยมี อาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคลเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้อง ทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานใน รายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวกฤษณา ไสยาศรี ได้ทดลองใช้ เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางการต่อไป และขอขอบคุณมากในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นรุตม์ สุทนต์)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0 – 2218 – 2710



ที่ ศธ 0512.6(2771)/0250

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

3 กรกฎาคม 2550

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพุทธจักรวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นางสาวกฤษณา ไสยาศรี นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยี การศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์บูรณาการ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร” โดยมี อาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคลเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้อง ทดลองใช้เครื่องมือ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวกฤษณา ไสยาศรี ได้ทดลองใช้ เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมากในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุชर्थ์ สุทฺธิจิตต์)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

สำนักงานหลักสูตรและการสอน

โทร. 0 – 2218 – 2710

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ภาคเรียนที่ 1
จำนวน 3 คาบ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

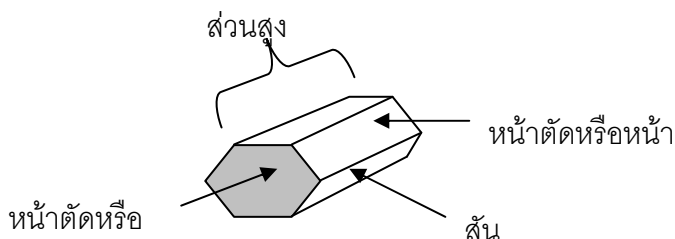
นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กววย และทรงกลมได้

1. สาระการเรียนรู้

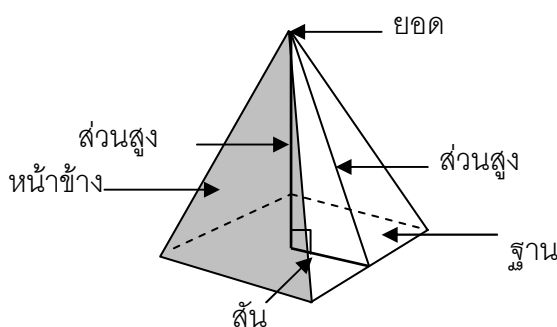
เนื้อหา

รูปเรขาคณิตสามมิติ หมายถึง รูปที่มีความกว้าง ความยาว และความหนา ได้แก่ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กววย และทรงกลม

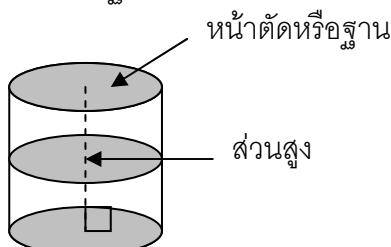
ปริซึม หมายถึง รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน



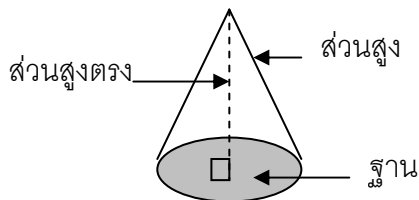
พีระมิด หมายถึง รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใดๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกับกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกันที่ยอดแหลมนั้น



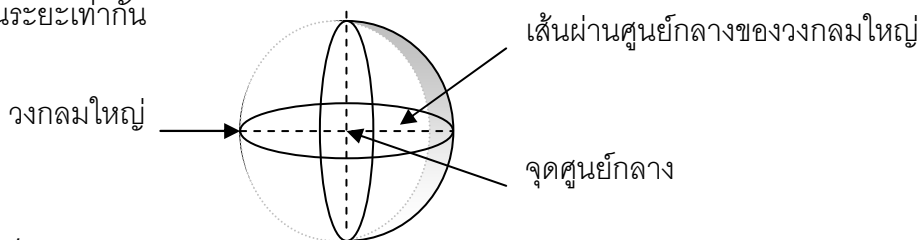
ทรงกระบอก หมายถึง รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตนั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ



กรวย หมายถึง รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และเส้นที่ต่อระหว่างจุดยอดและจุดใดๆ บนขอบฐานเป็นส่วนของเส้นตรง



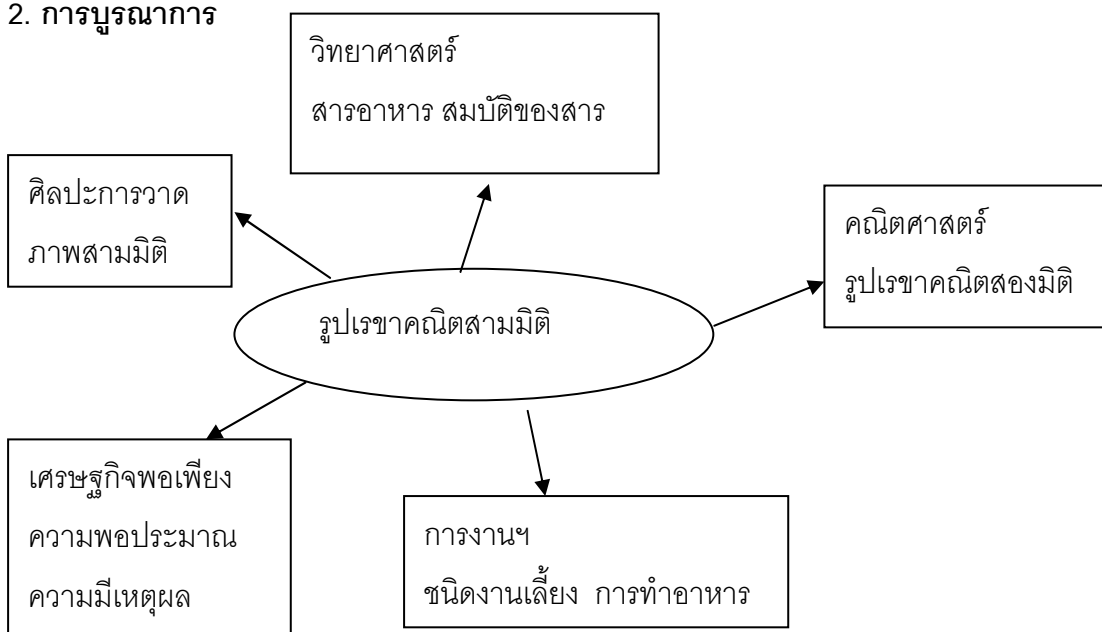
ทรงกลม หมายถึง รูปเรขาคณิตที่มีผิวโค้งเรียบ และจุดทุกจุดบนผิวโค้งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน



ทักษะ / กระบวนการ

- การสำรวจ
- การสังเกต

2. การบูรณาการ



3. กิจกรรมการเรียนรู้

**ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบบูรณาการ
และกลุ่มที่สอนแบบปกติ**

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>ชั้นนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ (Initiating the unit)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูสนทนาถึงการวางแผนอนาคตเมื่อนักเรียนจบ ม.3 เพื่อระลึกถึงความผูกพันเราควรจะทำอย่างไรดี ถ้านักเรียนจะจัดงานเลี้ยงอำลาคณะนักเรียนจะทำอย่างไร ครูนำเสนอภาพโต๊ะอาหารในงานเลี้ยง ครูให้นักเรียนสังเกตสิ่งของในภาพ นักเรียนเห็นเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติมากมายทั้งที่ระบุชื่อได้และไม่ได้ ครูถามว่านักเรียนต้องมีความรู้อะไรบ้าง (เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ) หลังจากเรียนเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะรู้ว่าคุณค่าเหล่านี้นำไปใช้กับงานเลี้ยงได้อย่างไร <p>ขั้นสร้างประสบการณ์ (Point of Experiencing)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งสิ่งของที่เตรียมมาออกเป็นหมวดหมู่โดยใช้ความรู้เดิมแยกเป็น ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ครูใช้คำถามถามว่าส่วนใดเรียกว่าอะไร และให้สังเกตลักษณะของรูปเรขาคณิตที่เป็นปริซึม บันทึกลง ครูให้นักเรียนเลือกปริซึมที่จะนำมาตัดด้วยระนาบได้ เช่น แขนงวิช เต้าหู้แผ่น นักเรียนใช้ระนาบตัดขนาน และไม่ขนานกับฐาน จะได้หน้าตัดเป็นรูปอย่างไร สังเกต และบันทึกผล ครูให้นักเรียนทำให้ครบทุกประเภททรง ได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ตามลำดับ 	<p>ชั้นนำ</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูนำเสนอสนทนาเกี่ยวกับวัตถุหรือสิ่งของต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนเคยพบเห็นซึ่งมีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ให้นักเรียนบอกสิ่งที่มีลักษณะเป็นปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม หรือสิ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงกับรูปเรขาคณิตสามมิติเหล่านั้น <p>ขั้นสอน</p> <p>ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม “สำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติ” ในหนังสือเรียนข้อ 1 ของทุกรูปทรง หน้า 4,9,12,15,18 ให้นักเรียนดูรูปแล้วตอบคำถาม เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปริซึมนี้นี้มีทั้งหมดกี่หน้า - รูปสี่เหลี่ยมที่เป็นฐานของปริซึมนี้นี้มีกี่รูป ได้แก่รูปใดบ้าง - รูปเหลี่ยมที่เป็นด้านข้างของปริซึมนี้นี้มีกี่รูป ได้แก่รูปใดบ้าง - รูปเหลี่ยมที่เป็นด้านข้างทุกรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่ - ส่วนสูงของปริซึมนี้นี้มีความยาวเท่ากับส่วนของเส้นตรงใดบ้าง - รูปใดต่อไปนี้เป็นรูปคลี่ของปริซึมนี้นี้

**ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบบูรณาการ
และกลุ่มที่สอนแบบปกติ (ต่อ)**

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>ขั้นสรุปเชื่อมโยง (Culminating activities)</p> <p>1. ครูใช้คำถามเพื่อสรุปลักษณะสำคัญของทรงต่างๆ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลุ่มรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละอย่าง มีลักษณะร่วมกันอะไรบ้าง (เช่น ปริซึมฐานทั้งสองเท่ากันทุกประการ) - นักเรียนจะนิยามความหมายรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นๆ ว่าอย่างไร (นักเรียนช่วยกันสรุปตามความเข้าใจ) <p>2. ครูช่วยปรับภาษา และให้นักเรียนจดนิยามลงในสมุด</p> <p>3. ครูอธิบายให้นักเรียนเห็นว่าอาหารที่เรารับประทานในแต่ละอย่างมีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ลูกชิ้น แขนงวิช ไส้กรอก ไก่ยอ ป๊อป</p> <p>4. ครูถามว่าเราจะนำความรู้เรื่องลักษณะรูปทรงของอาหารไปใช้ในการจัดการเลี้ยงได้อย่างไรบ้าง</p> <p>ขั้นนำไปใช้และประเมินผล (Evaluation)</p> <p>1. ครูแจกกระดาษ A4 ให้นักเรียนวาดอาหารที่เป็นทรงสามมิติที่เรียนมาหรือเขียนชื่อให้ได้มากที่สุด</p> <p>2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1</p> <p>3. ให้ทำชิ้นงานบูรณาการรายบุคคลชิ้นที่ 1</p>	<p>ขั้นสรุป</p> <p>1. นักเรียนช่วยกันสรุปนิยามของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละรูปแล้วจดลงในสมุด</p> <p>2. ครูอธิบายวิธีการเรียกชื่อของปริซึมพีระมิดที่มีฐานแตกต่างกันจะเรียกตามชื่อฐาน โดยเน้นย้ำว่าเมื่อเรียกชื่อปริซึมจะไม่ปรากฏคำว่าฐาน แต่ การเรียกชื่อพีระมิดจะปรากฏคำว่าฐาน เช่น เมื่อฐานเป็นสามเหลี่ยม เราจะเรียกชื่อปริซึมว่า “ปริซึมสามเหลี่ยม” แต่เรียกชื่อพีระมิดว่า “พีระมิดฐานสามเหลี่ยม” เป็นต้น</p> <p>ขั้นประเมินผล</p> <p>1. ครูหยิบสิ่งของที่เป็นรูปทรงต่างๆ หรือถามถึงสิ่งต่างๆ ในชีวิตจริงให้นักเรียนตอบว่าเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติประเภทใด</p> <p>2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1</p>
<p>ขั้นนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ (Initiating the unit)</p> <p>1. ครูเกริ่นนำให้นักเรียนได้นึกภาพอาหารชนิดต่างๆ ที่เป็นทรงสามมิติ ว่ามีอะไรและทรงใดบ้าง</p> <p>2. ครูตั้งประเด็นว่าหากเราจะเลือกอาหารที่เหมาะสมมาจัดในงานเลี้ยงเราจะมีวิธีการอย่างไร ต้องใช้ความรู้ใดบ้าง วันนี้เราจะมาเรียนรู้กัน</p>	<p>ขั้นนำ</p> <p>1. นักเรียนได้เรียนรู้ลักษณะของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมแล้วนักเรียนบอกได้หรือไม่ว่ารูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้เป็นหรือไม่เป็นปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม</p>

ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบบูรณาการ
และกลุ่มที่สอนแบบปกติ (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>ขั้นสร้างประสบการณ์ (Point of Experiencing)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูแจกใบกิจกรรมบูรณาการให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ครูอธิบายกิจกรรม และให้ซักถามข้อสงสัยให้เข้าใจ ครูให้นักเรียนกำหนดขอบเขตของงานเลี้ยง หรือ เกณฑ์ในการเลือกองค์ประกอบต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนในแต่ละกลุ่มคิดจินตนาการ “วาดฝัน” ครูใช้ คำถามต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> - จะจัดงานเลี้ยงแบบใด (โต๊ะจีน ค็อกเทล หรือบุฟเฟต์) ครูอธิบายลักษณะของงานเลี้ยงแบบต่างๆ <ul style="list-style-type: none"> - ในงานเลี้ยงจะจัดโต๊ะวางอาหารเป็นรูปทรงใด กำหนด สถานที่ให้จัดในห้องเรียน - อาหารที่เลือกมาจัดจะเป็นอย่างไร มีอะไรบ้าง - เครื่องดื่มที่เลือกคืออะไร เพราะเหตุใด - ภาชนะที่ใช้บรรจุอาหารแต่ละชนิดจะเป็นทรงใดบ้าง - ของขวัญมีอะไรบ้าง และเป็นทรงใด - แต่ละส่วนประกอบนำมาจัดวางอย่างไร - การตัดสินใจเลือกอาหาร และองค์ประกอบอื่นๆ นักเรียนใช้เกณฑ์ใดพิจารณา (โภชนาการที่ได้ งบประมาณ ความยากง่ายในการจัดเตรียม การเลือก ภาชนะทรงต่างๆ มาบรรจุอาหาร ความเหมาะสม ไม่ทำ ปฏิกิริยากับอาหาร ความจุ ง่าย คงทน สวยงาม ฯลฯ) ครูให้นักเรียนคิดรายการอาหารและภาชนะทรงต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในงานเลี้ยงของกลุ่มตนโดยคำนึงถึงเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ร่วมกัน และทำกิจกรรมตามรายละเอียดในใบ กิจกรรมบูรณาการ 	<p>ขั้นสอน</p> <p>ให้นักเรียนทำกิจกรรม “สำรวจรูป เรขาคณิต” ในข้อ 2 เป็นต้นไป หน้า 5-7, 9-10, 12-14, และ 16 ลงใน หนังสือของนักเรียน</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยหน้าชั้น เรียน หรือใช้วิธีถามตอบเสริมความ เข้าใจ</p> <p>ขั้นประเมินผล</p> <p>สังเกตการทำกิจกรรม และการตอบ คำถาม</p> <p>ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 เป็นการบ้าน</p>

ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบบูรณาการ
และกลุ่มที่สอนแบบปกติ (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)								
<p>ขั้นสรุปเชื่อมโยง (Culminating activities)</p> <p>1. ครูสุ่มตัวแทนบางกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนตามประเด็นดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประเภทงานเลี้ยง รูปแบบการจัดโต๊ะอาหาร รูปแบบและประเภทของภาชนะที่ใช้ รูปแบบของของขวัญ รายการอาหารพร้อมอธิบายเหตุผลที่เลือก <p>2. ครูช่วยนักเรียนสรุปเชื่อมโยงให้เห็นว่ามีความรู้อะไรบ้างที่นำมาใช้ในครั้งนี้ เช่น โภชนาการ การวาดรูปทรงสามมิติ การทำอาหาร สมบัติของสาร</p> <p>ขั้นนำไปใช้และประเมินผล (Evaluation)</p> <p>1. ครูให้แต่ละกลุ่มให้คะแนนเพื่อนโดยไม่ต้องให้คะแนนกลุ่มตัวเอง 4 ด้าน คือ ความสวยงาม โภชนาการที่ได้รับความประหยัด และความเป็นไปได้ในการทำจริง ด้านละ 4 คะแนน ตามเกณฑ์ดังนี้</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td>ดีมาก</td> <td>4 คะแนน</td> </tr> <tr> <td>ดี</td> <td>3 คะแนน</td> </tr> <tr> <td>พอใช้</td> <td>2 คะแนน</td> </tr> <tr> <td>ยังไม่ค่อยเหมาะสม</td> <td>1 คะแนน</td> </tr> </table> <p>2. ครูกำหนดปัญหาให้นักเรียนคิดหาคำตอบ โดยการอภิปรายในชั้นเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร้านก๋วยเตี๋ยวแห่งหนึ่งต้องการซื้อภาชนะบรรจุเครื่องปรุง เช่น พริกป่น น้ำปลา น้ำตาล ส้มสายชู ถ้าทุกภาชนะมีฝาปิด ได้แก่ แก้วพลาสติกทรงกระบอก กล่องแอสตันเลสทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ถ้วยกระเบื้องครึ่งทรงกลม เขาควรเลือกซื้อภาชนะชนิดใดเพราะเหตุใด <p>3. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 1 และแบบฝึกหัดที่ 1</p>	ดีมาก	4 คะแนน	ดี	3 คะแนน	พอใช้	2 คะแนน	ยังไม่ค่อยเหมาะสม	1 คะแนน	
ดีมาก	4 คะแนน								
ดี	3 คะแนน								
พอใช้	2 คะแนน								
ยังไม่ค่อยเหมาะสม	1 คะแนน								

3. สื่อการเรียนรู้

- 3.1 กล้องกระดาษทรงปริซึมสี่เหลี่ยม กล้องทรงปริซึมหกเหลี่ยม แชนวิช เต้าหู้แผ่น
- 3.2 กรวยกระดาษสำหรับต้มน้ำ โคนไอศกรีม ปีโป้
- 3.3 ทรงกระบอกขนาดต่างๆ ขวดน้ำดื่มโพลาลิส แท่งไก่อ
- 3.4 ลูกมะนาว ส้ม ลูกบิงปอง ลูกชิ้นทรงกลม
- 3.5 กล่องน้ำดื่มทรงพีระมิด รูปภาพพีระมิด ดินน้ำมันทรงพีระมิด
- 3.6 มีด หรือร่อนสำหรับตัด
- 3.7 ใบกิจกรรมที่ 1 แบบฝึกหัดที่ 1 ใบงานที่ 1 ชิ้นงานบูรณาการและใบกิจกรรมบูรณาการ

4. การวัด และประเมินผล

การวัด	การประเมินผล
1. สังเกตการตอบคำถาม	นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ดี
2. สังเกตการทำกิจกรรมกลุ่ม	นักเรียนส่วนใหญ่ร่วมมือกับกิจกรรมกลุ่มดี มีบางส่วนที่ยังไม่ให้ความร่วมมือ
3. สังเกตจากแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม ใบงาน	แบบฝึกหัดที่ส่งมาถูกต้องเกิน 80%

บันทึกหลังการจัดกิจกรรม

1. นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจความแตกต่างระหว่าง ทรงกลมและทรงกระบอก ครูได้ดำเนินการแก้ไขโดยการยกตัวอย่างเพิ่มเติม
2. นักเรียนชอบทำกิจกรรม เพราะสนุกสนาน และได้เรียนรู้สิ่งรอบตัวในชีวิตประจำวัน ไม่น่าเบื่อเหมือนเรียนในหนังสืออย่างเดียว มีนักเรียนที่เกเรและชอบโดดเรียนแต่สามารถวาดภาพได้สวย และสื่อความหมายในกิจกรรมการออกแบบโต๊ะอาหาร นักเรียนชื่นชอบการเรียนในวันนี้ เพราะได้ใช้ความสามารถตรงตามความถนัดของตนเอง เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนอภิปรายและออกความคิดเห็นในการสร้างสรรค์ภาพวาดของโต๊ะอาหารได้ดี นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติเข้ากับชีวิตประจำวัน โดยการคิดรายการอาหารที่จัดเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ ได้
3. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบการเขียนอธิบาย มีความสามารถในการเขียนอธิบายอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อย แต่สามารถตอบข้อซักถาม และอภิปรายในประเด็นได้ ครูแก้ไขโดยการใช้คำถาม การสัมภาษณ์เพื่อการประเมินผล มากกว่าการวัดจากการเขียนลงในใบงานหรือแบบฝึกหัด

4. นักเรียนไม่ชอบทำงานกลุ่มที่อยู่แบ่งตามความสามารถเพราะเพื่อนบางคนไม่ยอมช่วยเหลือ ครูให้กำลังใจและอธิบายให้เข้าใจว่าเพื่อเป็นการช่วยเหลือเพื่อนนักเรียนควรจะต้องแบ่งงานให้เพื่อนทำตามกำลังความสามารถของเขาเอง

5. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องสารอาหาร จากวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากจำความรู้เดิมไม่ได้ ครูแก้ไขโดยการทบทวนความรู้เดิม

6. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนสอดคล้องกับความสนใจเพราะเป็นงานเลี้ยง
จบ ม.3

7. นักเรียนบางส่วนวาดรูปสามมิติยังไม่คล่อง ครูแก้ไขโดยการสอนอธิบายการวาดรูปเรขาคณิตชนิดต่างๆ และให้ไปฝึกวาดตามแบบในหนังสือเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และ ทรงกลมได้

สื่อและอุปกรณ์

กล่องบรรจุภัณฑ์ทรงปริซึมชนิดต่างๆ ขนมห้างแซนวิช เต้าหู้แผ่น กรวยกระดาษสำหรับตีมน้ำ โคนไอศกรีม ปิโป้ บรรจุภัณฑ์ทรงกระบอกขนาดต่างๆ แท่งไถ่ขลุ่ย ลูกมะนาว ส้ม ลูกปิงปอง ลูกชิ้นทรงกลม กล่องบรรจุภัณฑ์ทรงพีระมิด รูปภาพพีระมิด ขนมห้างเย็น มีดหรือระนาบสำหรับตัด

วิธีการศึกษา

1. ให้นักเรียนคัดแยกสื่ออุปกรณ์ที่ครูกำหนดให้เป็นประเภทของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนด
2. ครูอธิบายการเรียกชื่อส่วนต่างๆ วาดภาพสามมิติ พร้อมชี้และเขียนส่วนประกอบต่างๆ ลงในตาราง
3. ให้สังเกตส่วนต่างๆ แล้ววาดภาพหรือเขียนคำอธิบายสั้นๆ ลงในตาราง
4. ใช้มีดตัดขนาน และไม่ขนานกับฐาน เขียนข้อสังเกตสั้น ๆ หรือวาดภาพลงในตาราง
5. ให้สรุปลักษณะสำคัญของทรงประเภทต่างๆ

สรุปผลการศึกษา

ปริซึม คือ

.....

พีระมิด คือ

.....

ทรงกระบอก คือ

.....

กรวย คือ

.....

ทรงกลม คือ

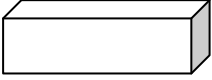



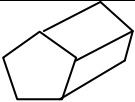
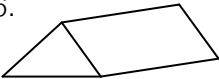
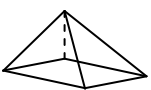
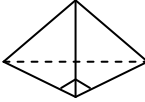




.....

ตารางกิจกรรมที่ 1 ชื่อกลุ่ม.....กลุ่มที่.....

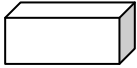
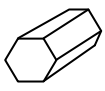
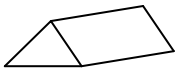
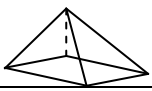


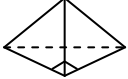
ลักษณะสำคัญ	ปริซึม	พีระมิด	ทรงกระบอก	กรวย	ทรงกลม
วาดภาพวาดสามมิติพร้อมเขียนชื่อภาพ และบอกส่วนประกอบต่างๆ					
ฐานของรูปเรขาคณิตแต่ละชนิดเป็นรูปอะไร					
หน้าข้างแต่ละหน้าของรูปทรงเป็นรูปอะไรบ้าง					
เมื่อใช้มีดตัดขนานกับฐาน 3 ครั้ง หน้าตัดที่ได้จะเป็นรูปอะไรบ้าง					
เมื่อใช้มีดตัดไม่ขนานกับฐาน 3 แบบหน้าตัดที่ได้เป็นรูปอะไรบ้าง					
เมื่อเปรียบเทียบหน้าตัดแต่ละอันที่ได้จากการตัดขนานกับฐานจะมีขนาดเป็นอย่างไร					

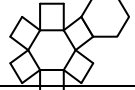
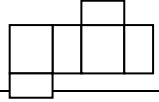
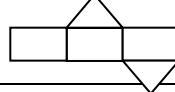
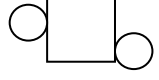
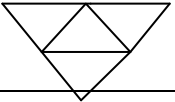
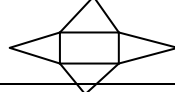

แบบฝึกหัดที่ 1

1. จงบอกชื่อรูปเรขาคณิตต่อไปนี้ พร้อมทั้งระบายสีส่วนที่เป็นฐาน

รูปเรขาคณิต	ชื่อ	รูปเรขาคณิต	ชื่อ
1. 		2. 	
3. 		4. 	
5. 		6. 	
7. 		8. 	
9. 		10. 	
11. 		12. 	

2. จงจับคู่รูปคลี่กับรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้

รูปเรขาคณิตสามมิติ
1. 
2. 
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 

รูปคลี่
ก. 
ข. 
ค. 
ง. 
จ. 
ฉ. 
ช. 

กิจกรรมแบบบูรณาการในหัวเรื่อง งานเลี้ยงในฝัน ตอนที่ 1 วาดฝัน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถือเป็นขั้นสุดท้ายของ ม. ต้น เมื่อนักเรียนเรียนจบแล้ว นักเรียนที่จะเรียนต่อจะต้องเปลี่ยนแผนการเรียน บางคนอาจเรียนต่อในระดับชั้น ม. ปลาย บางคนอาจจะศึกษาต่อในสายอาชีพ เช่น อาชีวะศึกษา สำหรับบางคนอาจไม่ได้ศึกษาต่อด้วยความจำเป็นบางอย่าง เพื่อเป็นการระลึกถึงความสัมพันธ์อันดีต่อกัน ก่อนที่จะจบออกไป นักเรียนอาจจัดงานเลี้ยงในชั้นเรียนของตนเองขึ้น

งานเลี้ยงสามารถจัดได้หลายแบบ ซึ่งนักเรียนควรเลือกตามความเหมาะสมกับฐานะ เวลา และสถานที่ นอกจากนี้การจัดงานเลี้ยงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ เช่น สถานที่ การจัดอาหาร เครื่องดื่ม ของขวัญ การเลือกใช้ภาชนะบรรจุอาหาร ตลอดจนการดูแลจัดการภายในงานเลี้ยง เพื่อเป็นการวางแผนสำหรับงานเลี้ยงที่จะจัดขึ้นนี้ ขอให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิดจินตนาการ “วาดฝัน” งานเลี้ยงที่กลุ่มตนต้องการนำเสนอ ดังนี้

1. คิดรูปแบบงานเลี้ยง เช่น โต๊ะจีน ค็อกเทล หรือบุฟเฟต์ ควรคำนึงถึงความประหยัดและเรียบง่าย
2. คิดรายการอาหาร ควรคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการ โดยมีอาหารว่างคาวหวาน อย่างละ 1 ชนิด, เครื่องดื่ม 1 ชนิด และอื่นๆ ตามความเหมาะสม
3. คิดรูปแบบภาชนะในการใส่อาหาร วัสดุที่ใช้ การจัดวาง วาดภาพแบบคร่าวๆ ลงในกระดาษ A4

ข้อกำหนด ในงานเลี้ยงต้องมีองค์ประกอบรูปเรขาคณิตสามมิติที่เรียนมาครบทุกประเภท

ตัวอย่างตารางพิจารณารายการอาหาร รายการภาชนะ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในงานเลี้ยง

ที่	รายการ	ประเภททรงของอาหาร ภาชนะที่บรรจุ	วัสดุที่ใช้เป็นภาชนะ เหตุผล	ส่วนประกอบ	โภชนาการ	งบประมาณ
0	ข้าวตั้ง	ข้าวตั้งทรงกระบอก จัดใส่ภาชนะปริซึมสี่เหลี่ยม	สแตนเลส เพราะทนทาน ไม่ ทำปฏิกิริยากับอาหาร	ข้าวตั้ง หมูสับ	โปรตีน คาร์โบไฮเดรต	40 ซม*3 บาท =120 บาท
1						
2						
3						

ใบงานที่ 1 การสำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติในชีวิตประจำวัน

จงวาดรูปสามมิติ และส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตจริงที่มีลักษณะคล้ายกับรูปเรขาคณิตดังกล่าว

ชื่อ	รูปวาดสามมิติ	รูปสองมิติ			ตัวอย่างในชีวิตจริงรูปวาดสามมิติและชื่อ
		หน้าตัด	หน้าข้าง	รูปคลี่	
ปริซึมสามเหลี่ยม					
ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส					
ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้า					
ปริซึมห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า					
พีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า					
พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส					
ทรงกระบอก					
กรวย					
ทรงกลม					

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

เรื่อง ปริมาตรของปริซึม

จำนวน 2 คาบ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนสามารถหาปริมาตรของปริซึมได้

1. สาระการเรียนรู้

เนื้อหา

ปริมาตร หมายถึง ปริมาณที่บอกขนาดของรูปเรขาคณิตสามมิติหรือความจุ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์หน่วย

สูตรการหาปริมาตรของปริซึมใดๆ คือ พื้นฐาน \times ความสูง ลูกบาศก์หน่วย

ตัวอย่างที่ 1 จงหาปริมาตรแท่นทับกระดาษมีลักษณะดังรูป

วิธีทำ จากรูป ฐานของปริซึมคือ สี่เหลี่ยมด้านขนาน

พื้นที่ฐาน(พื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนาน)

$$= \text{ฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$= 7 \times 8$$

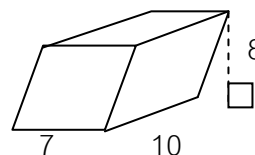
$$= 56 \quad \text{ตารางหน่วย}$$

ปริมาตรของปริซึม

$$= \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$= 56 \times 10$$

$$= 560 \quad \text{ลูกบาศก์หน่วย}$$



ตอบ 560 ลูกบาศก์หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 ถังน้ำทรงลูกบาศก์เปิดฝาด้านบนยาวด้านละ 10 เมตรสูบน้ำเข้าด้วยอัตราเร็ว 0.5 เมตรต่อวินาที จงหาว่าปริมาตรของน้ำในถังเมื่อเวลาผ่านไป 0.5 นาที น้ำจะเต็มถึงหรือไม่อย่างไร

วิธีทำ ปริมาตรของน้ำที่ไหลเข้าใน 1 วินาที คือ ปริมาตรของน้ำในถังลูกบาศก์ ซึ่งมีพื้นที่ฐานเท่ากับ 10×10 ตารางเมตร และสูง 0.5 เมตร

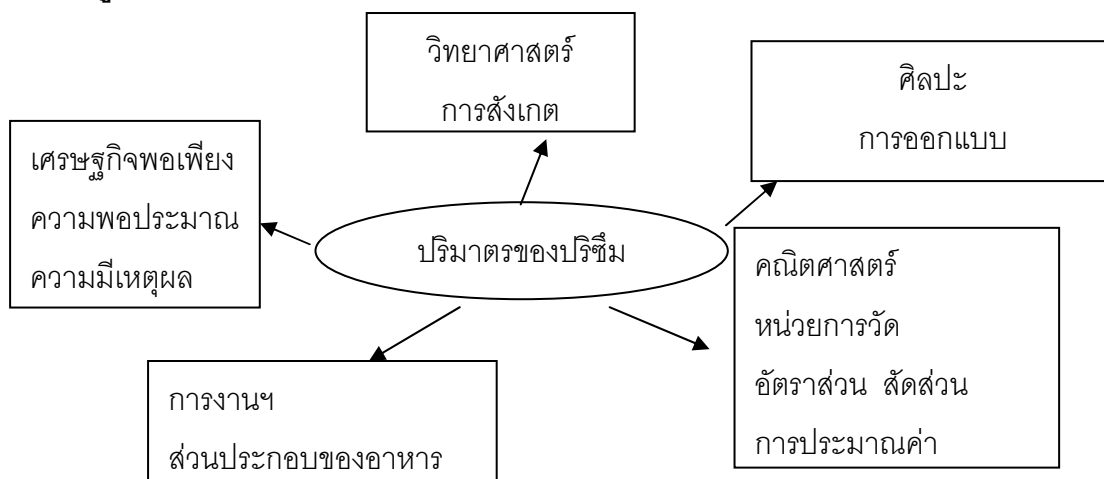
เวลาผ่านไป 0.5 นาที หมายถึง เวลาผ่านไป 30 วินาที (1 นาทีมี 60 วินาที) ดังนั้นปริมาณของน้ำสูง 30×0.5 เท่ากับ 15 เมตร แสดงว่าน้ำล้น

แสดงว่าปริมาตรของน้ำในถัง คือ ปริมาตรของถังลูกบาศก์ เท่ากับ $10 \times 10 \times 10$ เท่ากับ

1,000 ลูกบาศก์เมตร

ตอบ 1,000 ลูกบาศก์เมตร และน้ำล้น

2. การบูรณาการ



3. กิจกรรมการเรียนรู้

ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบบูรณาการกับกลุ่มที่สอนแบบปกติ

กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ)	กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)
<p>ชั้นนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ (Initiating the unit)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูสนทนาถึงการหาปริมาณของอาหารที่ต้องเตรียม เราจะใช้ความรู้ใดในการหาปริมาณดังกล่าว(น้ำหนัก ปริมาตรหรือความจุ) ปริมาณเหล่านั้นบอกเป็นหน่วยอย่างไร เพื่อเป็นการ ทบทวนความรู้เกี่ยวกับหน่วยการวัดครูให้นักเรียนทำ แบบฝึกหัดทบทวน เรื่อง หน่วยการวัด ครูให้นักเรียนดูภาพฝืนที่วาดไว้ พบว่าอาหารและ เครื่องดื่มต่างๆ ส่วนใหญ่บรรจุในกล่องที่มีลักษณะเป็น ปริซึมวันนี้เราจะมาเรียนรู้การหาปริมาตรของปริซึมกัน <p>ขั้นสร้างประสบการณ์ (Point of Experiencing)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แต่ละกลุ่มนำอาหารที่เป็นปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ เตรียมมาทำการทดลองตามวิธีการศึกษาในใบกิจกรรม ครูให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลการทดลองในใบ กิจกรรม พร้อมตอบคำถามแนะแนวทาง 	<p>ชั้นนำ</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูนำสนทนาเกี่ยวกับความจำเป็น ที่นักเรียนจะต้องมีความรู้ในการหา ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ ปริมาตรมีหน่วยเป็นอย่างไรที่ นักเรียนเรียนมาแล้วมีอะไรบ้าง ครู แจกแบบฝึกหัดทบทวนเพื่อเสริม ความเข้าใจ ครูยกตัวอย่างนมกล่องขนาดเล็ก และนมกล่องขนาดใหญ่ พร้อมราคา ครูถามเหตุผลที่นักเรียนใช้เลือกซื้อ (เปรียบเทียบปริมาตร) ครูถามว่ากล่องดังกล่าวเป็นทรงใด (ปริซึม) วันนี้เราจะมารู้ว่าปริมาตร ของปริซึมหาอย่างไร

ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบบูรณาการและกลุ่มที่สอนแบบปกติ (ต่อ)

<p>กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ)</p>	<p>กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)</p>
<p>ขั้นสรุปเชื่อมโยง (Culminating activities) ครูใช้คำถามเพื่อสรุปสูตรการหาปริมาตรของปริซึมพร้อมให้นักเรียนทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 2 ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - อาหารที่นำมาในวันนี้มีลักษณะเป็นทรงใด - ปริมาตรของรูปทรงดังกล่าวหาได้จากสูตรใด(ความกว้าง X ความยาว X ความสูงหรือพื้นที่ฐาน X ความสูง) - เมื่อตัดแบ่งครึ่งอาหารที่เป็นปริซึมสี่เหลี่ยมตามเส้นทแยงมุมของฐานจะได้ปริซึมชนิดใด(ปริซึมสามเหลี่ยม) - ปริมาตรของปริซึมสามเหลี่ยมเป็นกี่เท่าของปริมาตรปริซึมสี่เหลี่ยม ($\frac{1}{2}$ เท่า) ปริมาตรปริซึมสามเหลี่ยมที่ได้ใช้สูตร พื้นที่ฐาน X ความสูง ได้หรือไม่เพราะเหตุใดจงอภิปราย - นักเรียนลองสังเกตการณ์ตัดแบ่งรูปเหลี่ยมต่างๆ ตามแนวเส้นทแยงมุม เห็นอะไรบ้าง(สามารถแบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมเท่าๆ กันได้) เราจะหาสูตรทั่วไปในการหาปริมาตรของปริซึมได้ว่า(พื้นที่ฐาน X ความสูง) <p>ขั้นนำไปใช้และประเมินผล (Evaluation)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมบูรณาการตอนที่ 2 โดยครูเขียนรายการอาหารต่างๆ จากการทำกิจกรรมครั้งที่แล้วให้นักเรียนเลือกเฉพาะที่เป็นปริซึม และเขียนลงในตาราง 2. ครูและนักเรียนช่วยกันประมาณขนาด โดยวัดจากของจริงถ้ามีหรือใช้การประมาณค่าถ้าไม่สามารถหาของจริงได้ 3.ครูและนักเรียนอภิปรายบรรยากาศในงานจะเป็นงานเลี้ยงแบบค็อกเทล (ผู้ร่วมงานเดินหยิบอาหารและชมตามสบาย) ดังนั้นจะต้องมีภาชนะเล็กๆ ในการเลือก 	<p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.ครูถามว่ากล่องนี้เป็นทรงอะไร 2.นักเรียนคอยทราบบสูตรการหาปริมาตรทรงดังกล่าว แล้ว คือ ความกว้าง X ความยาว X ความสูง 3.ครูถามว่ากล่องนี้เป็นปริซึมหรือไม่ ส่วนใดเป็นฐานดังนั้น ความกว้าง X ความยาว = พื้นที่ฐานจะได้สูตรการหาปริมาตร=พื้นที่ฐาน X ความสูง 5.ครูถามว่าแล้วปริซึมอื่นๆ ใช้สูตรนี้หรือไม่ 6.ครูสุ่มนักเรียนออกมา 2 คนแจกปริซึมสามเหลี่ยมมุมฉากที่เท่ากันให้คนละ 1 อัน ให้นำปริซึมที่เท่ากัน 2 อันประกบกันจะได้ปริซึมชนิดใด (ปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก) 7.ปริมาตรของปริซึมสามเหลี่ยม 1 อันจะเท่ากับเท่าไร $\frac{1}{2}$ X พื้นที่ฐานสี่เหลี่ยม X ความสูงนักเรียนสังเกตว่า $\frac{1}{2}$ X พื้นที่ฐานสี่เหลี่ยม เท่ากับพื้นที่ฐานสามเหลี่ยมหรือไม่ (ใช่) ปริมาตรปริซึมสามเหลี่ยมนี้ = พื้นที่ฐาน X ความสูง ปริซึมสามเหลี่ยมใดๆ จะใช้สูตรนี้หรือไม่ 8.ครูให้นักเรียน 2 คนกลับเข้าที่สุ่ม 2 คนใหม่ออกมาครูให้ปริซึมสี่เหลี่ยมด้านขนาน 1 อัน ครูถามว่าเราสามารถแบ่งเป็นปริซึมสามเหลี่ยม 2 อันได้หรือไม่(ได้) แบ่งอย่างไร 10. นักเรียนแบ่งครึ่งปริซึมโดยตัดตามเส้นทแยงมุมจะได้ปริซึมสามเหลี่ยม 2 อัน ปริซึมสามเหลี่ยม 1 อันจะปริมาตรเท่าไร

ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มที่สอนแบบบูรณาการและกลุ่มที่สอนแบบปกติ (ต่อ)

<p>กลุ่มทดลอง (กิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ)</p>	<p>กลุ่มควบคุม (แบบปกติ)</p>
<p>หยิบอาหารที่ตนสนใจ ครูกระตุ้นให้นักเรียนออกแบบภาชนะนั้น โดยให้คำนึงถึงขนาดที่เหมาะสม (นักเรียนต้องกะประมาณว่าแต่ละคนจะรับประทานอะไรบ้าง) ดังนั้นภาชนะที่สร้างขึ้นต้องมีขนาดเท่าไร ในการนี้ นักเรียนควรคำนึงถึงความสวยงาม ความประหยัด และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งเกณฑ์ในการประเมินเลือกแบบที่เหมาะสม</p> <p>4.ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานของครูและเพื่อนๆ ช่วยกันประเมินผล</p> <p>5.ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2</p>	<p>ขั้นสอน</p> <p>$\frac{1}{2} \times$ พื้นที่ฐานสี่เหลี่ยม \times ความสูง</p> <p>นักเรียนสังเกตว่า $\frac{1}{2} \times$ พื้นที่ฐานสี่เหลี่ยม คือ พื้นที่ฐานสามเหลี่ยมใช่หรือไม่ (ใช่) จะได้ปริมาตรปริซึมสามเหลี่ยมนี้ = พื้นที่ฐาน \times ความสูง</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>1.เราจะสรุปได้หรือไม่ว่าปริมาตรของปริซึมสามเหลี่ยมใดๆ = พื้นที่ฐาน \times ความสูง (ได้) ครูวาดรูปสามเหลี่ยมใดๆ เราสามารถนำมาสร้างเป็นรูปเหลี่ยมใดๆ ได้ และสูตรหาปริมาตรที่ได้จะ = พื้นที่ฐาน \times ความสูง เสมอ</p> <p>2.ครูให้นักเรียนเขียนสูตรลงในสมุด</p> <p>3.ครูให้นักเรียนทำตัวอย่างที่ 1 และ 2</p> <p>ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลยบนกระดาน</p> <p>ขั้นประเมินผล</p> <p>1. สังเกตการทำกิจกรรม และการตอบคำถาม</p> <p>2. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 2</p> <p>3. ครูสุ่มนักเรียนออกมาเฉลย</p> <p>4. ให้นักเรียนหาปริมาตรปริซึมที่พบในชีวิตประจำวัน 1 อย่างเป็นการบ้าน</p>

3. สื่อการเรียนรู้

ขนมปังแซนวิช มีดตัดขนมปัง

ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมสี่เหลี่ยมด้านขนาน

แบบฝึกหัดทบทวน ใบกิจกรรมที่ 2 ใบงานที่ และใบกิจกรรมบูรณาการ

4. การวัด และประเมินผล

การวัด	การประเมินผล
1. สังเกตการตอบคำถาม	นักเรียนมีความกระตือรือร้นและส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ดี
2. สังเกตการทำกิจกรรมกลุ่ม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม มีการอภิปรายและนำเสนอได้
3. สังเกตจากแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม ใบงาน	นักเรียนส่วนใหญ่ทำใบงานได้อย่างถูกต้อง

บันทึกหลังการสอน

1. นักเรียนสามารถสรุปวิธีการหาปริมาตรของปริซึมได้ และนักเรียนมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมดีมาก กิจกรรมตามใบกิจกรรมเสริมสร้างความเข้าใจได้เป็นอย่างดี

2. นักเรียนไม่สามารถคำนวณปริมาณอาหารได้ เนื่องจากมีทักษะในการคำนวณอยู่ในระดับปานกลางถึงน้อย และไม่คุ้นเคย ครูแก้ไขโดยการให้คำถามนำไปสู่การสรุป และอนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้ เพื่อลดความเบื่อหน่ายในการคำนวณ

3. นักเรียนได้ออกแบบถาดอาหารเป็นปริซึมชนิดต่างๆ ใช้วัสดุ เช่นกระดาษ ก่อ่งโฟม ใบตอง ครูได้แนะนำว่าควรใช้วัสดุที่ย่อยสลายง่ายตามธรรมชาติ

ใบกิจกรรมที่ 2

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

นักเรียนสามารถหาปริมาตรของปริซึมได้

สื่อและอุปกรณ์

1. ขนมหัดเขียนจำนวน 1 แผ่น
2. มีดตัดขนมหัด

วิธีการศึกษา

ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของแผ่นขนมหัดแล้วตอบคำถาม

คำถามสำคัญ

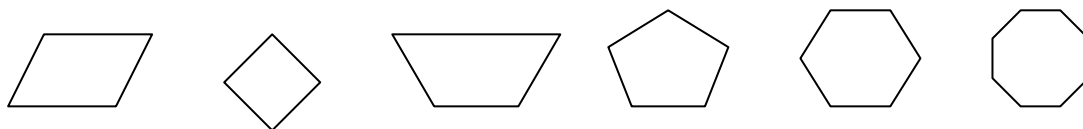
1. แผ่นขนมหัดมีลักษณะเป็นทรงใด _____
2. ปริมาตรของทรงดังกล่าวหาได้จากสูตรใด _____
3. ตัดแบ่งครึ่งขนมหัดตามแนวเส้นทแยงมุมจะได้ขนมหัด 2 ชิ้นซึ่งเป็นทรงใด _____
4. ปริมาตรขนมหัดที่ถูกแบ่งเป็น 2 ชิ้นเท่าๆ กันเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับแผ่นใหญ่ _____
5. สูตรการหาปริมาตรของขนมหัดที่แบ่ง 1 ชิ้น คือ _____

เขียนสูตรการหาปริมาตรปริซึมสามเหลี่ยมได้อย่างไร _____

6. ปริซึมสามเหลี่ยมใดๆ ใช้สูตรนี้ด้วยหรือไม่ ลองตัดแบ่งขนมหัดให้ฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมอื่นๆ ที่ไม่ใช่มุมฉาก สูตรการหาปริมาตรปริซึมสามเหลี่ยมนั้นจะเป็นอย่างไร _____

ลองวาดภาพประกอบ

7. นักเรียนคิดว่าปริซึมฐานต่างๆ จะสามารถแบ่งฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมได้หรือไม่ลองใช้ไม้บรรทัดตัดแบ่งดู



ปริมาตรของรูปหลายเหลี่ยม คือ ผลบวกของปริมาตรของปริซึมสามเหลี่ยมแต่ละอันใช่หรือไม่ _____

$$\begin{aligned}
 & \text{จะได้ปริมาตรปริซึมใดๆ} = \text{ปริมาตรของปริซึม(1)} + \text{ปริมาตรของปริซึม(2)} + \dots + \text{ปริมาตรของปริซึม(n)} \\
 & = (\text{พื้นที่ฐานของปริซึม(1)} \times \text{สูง}) + (\text{พื้นที่ฐานของปริซึม(2)} \times \text{สูง}) + \dots + (\text{พื้นที่ฐานของปริซึม (n)} \times \text{สูง}) \\
 & = [\text{พื้นที่ฐานของปริซึม (1)} + \text{พื้นที่ฐานของปริซึม (2)} + \dots + \text{พื้นที่ฐานของปริซึม (n)}] \times \text{สูง} \\
 & = \underline{\hspace{10em}}
 \end{aligned}$$

กิจกรรมแบบบูรณาการในหัวเรื่อง งานเลี้ยงในฝัน ตอนที่ 2 เตรียมอะไรเท่าไรดี

จากงานเลี้ยงที่กลุ่มต่างๆ นำเสนอในคราวที่แล้ว มีอาหารหรือภาชนะที่เป็นปริซึม ดังนี้

ตารางคำนวณปริมาณสิ่งของในการงานเลี้ยง

ที่	รายการ	เป็นปริซึม	พื้นที่ฐาน(cm ²)	ความสูง(cm)	ปริมาตร(cm ³)
0	แซนวิช 1 ชิ้น	สามเหลี่ยม			
1					
2					
3					
4					
5					
6					

ถ้านักเรียนต้องเตรียมอาหารสำหรับคนจำนวน 40 คนนักเรียนจะต้องเตรียมอย่างไร (ตอบในหน่วยที่เหมาะสม)

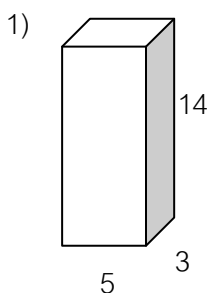
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

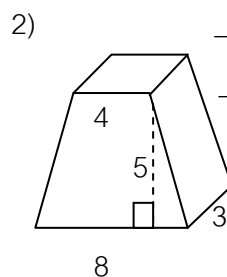
ให้นักเรียนออกแบบภาชนะที่จะทำจากกระดาษที่จะใช้ใส่ของว่างในวันงานให้มีปริมาตรที่เหมาะสมกับปริมาณอาหารต่อคน โดยวาดรูปและเขียนขนาดกำกับ พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาตร

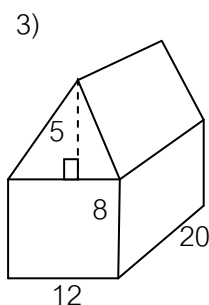
ใบงานที่ 2
การหาปริมาตรของปริซึม

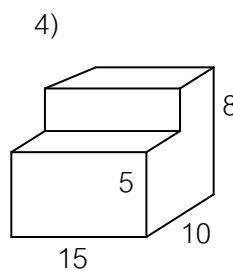
สูตรหาปริมาตรของปริซึมใดๆ คือ _____ \times _____ ลูกบาศก์หน่วย

1. จงหาปริมาตรของปริซึมต่อไปนี้ (กำหนดหน่วยความยาวเป็นเซนติเมตร)









2. ตู้ปลาขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ต้องการใส่น้ำ $\frac{3}{4}$ ของตู้ จะต้องใช้น้ำกี่ลิตร

3. ถ้าอากาศ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรหนัก 0.008 กรัม น้ำหนักของอากาศในห้องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กว้าง 3.5 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 3 เมตร จะหนักกี่กิโลกรัม

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(ฉบับก่อนการทดลอง)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนสามารถจะตอบได้
 2. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 100 นาที
 3. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ห้องเรียน ชื่อโรงเรียน และปีการศึกษา ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
 4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ โดยใช้ดินสอ
 5. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ
 6. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบครบทุกข้อ อย่างเต็มกำลังความสามารถ
 7. หากกระดาษคำตอบไม่เพียงพอสามารถขอเพิ่มเติมได้
-

3. บริษัทแห่งหนึ่งผลิตเครื่องตีบรจุในภาชนะรูปทรงต่างกัน 3 ขนาดได้แก่

ปริซึมฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 10 เซนติเมตร

พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ฐานยาวด้านละ 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร

กรวย เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 10 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร

ปริมาณของเครื่องตีบรจุได้ในแต่ละชั่วโมงเป็นดังนี้

ประเภทภาชนะ	ชั่วโมงที่ : จำนวนที่บรจุได้ (ขวด)						
	1	2	3	4	5	6	7
A	100	200	300	400	500	600	700
B	25	50	75	100	125	150	175
C	20	40	60	80	100	120	140

ให้นักเรียนเขียนคำอธิบายข้อมูล หรือข้อความคาดการณ์ข้อมูลในตารางให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง ภาชนะ A น่าจะเป็นพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะมีปริมาตรน้อยที่สุดจึงบรจุได้เร็วที่สุด

ข้อที่ 1.

ข้อที่ 2.

ข้อที่ 3.

ข้อที่ 4.

ข้อที่ 5.

ข้อที่ 6.

ข้อที่ 7.

ข้อที่ 8.

ข้อที่ 9.

ข้อที่ 10.

ข้อที่ 11.

ข้อที่ 12.

ข้อที่ 13.

ข้อที่ 14.

ข้อที่ 15.

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 (ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง)

การคิดคะแนนในข้อ 1

ความคิดคล่อง	ถ้ารูปทรงที่นักเรียนวาดแตกต่างกัน ให้คะแนนรูปทรงละ 5 คะแนน												
ความคิดยืดหยุ่น	<p>รูปทรงที่นักเรียนวาดสามารถจัดเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปริซึม 2. พีระมิด 3. ทรงกระบอก 4. กววย 5. ทรงกลม <p>ถ้ารูปทรงที่นักเรียนวาดมีความแตกต่างกัน และแต่ละรูปทรงสามารถจัดเข้าประเภทต่างๆ ได้ 5 ประเภทข้างต้น แล้วผู้ตรวจนับจำนวนประเภทของรูปทรง แล้วให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p> <p>หมายเหตุ</p> <p>ถ้ามีรูปทรงใดไม่สามารถจัดเข้าไปในประเภทข้างต้นได้ผู้ตรวจจะกำหนดประเภทเพิ่มเติม และให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p>												
ความคิดริเริ่ม	<p>ผู้ตรวจคะแนนพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของรูปทรงของแต่ละผู้เข้าสอบทั้งหมด เพื่อตรวจสอบว่ารูปทรงแต่ละรูปทรงนั้น มีนักเรียนตอบซ้ำกันคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ต่อไปนี้</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">จำนวนคำตอบซ้ำกัน</th> <th style="text-align: center;">คะแนนที่ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">12% ขึ้นไป</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6-11%</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3-5%</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2%</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ไม่เกิน1%</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้	12% ขึ้นไป	0	6-11%	1	3-5%	2	2%	3	ไม่เกิน1%	4
จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้												
12% ขึ้นไป	0												
6-11%	1												
3-5%	2												
2%	3												
ไม่เกิน1%	4												

การคิดคะแนนในข้อ 2

ความคิดคล่อง	ถ้าชื่อสิ่งของที่นักเรียนเขียนแตกต่างกัน ให้คะแนนชื่อละ 5 คะแนน												
ความคิดยืดหยุ่น	<p>ชื่อที่นักเรียนวาดสามารถจัดเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปริซึม 2. พีระมิด 3. ทรงกระบอก 4. กรวย 5. ทรงกลม <p>ถ้าชื่อที่นักเรียนเขียนมีความแตกต่างกัน และแต่ละชื่อสามารถจัดเข้าประเภทต่างๆ ได้ 5 ประเภทข้างต้น แล้วผู้ตรวจนับจำนวนประเภทของรูปทรง แล้วให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p> <p>หมายเหตุ</p> <p>ถ้ามีชื่อใดไม่สามารถจัดเข้าไปในประเภทข้างต้นได้ผู้ตรวจจะกำหนดประเภทเพิ่มเติม และให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p>												
ความคิดริเริ่ม	<p>ผู้ตรวจคะแนนพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของชื่อสิ่งของของแต่ละผู้เข้าสอบทั้งหมด เพื่อตรวจสอบว่าสิ่งของแต่ละอย่างนั้น มีนักเรียนตอบซ้ำกันคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ต่อไปนี้</p> <table data-bbox="734 1299 1165 1657" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>จำนวนคำตอบซ้ำกัน</th> <th>คะแนนที่ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12% ขึ้นไป</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6-11%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3-5%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ไม่เกิน1%</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้	12% ขึ้นไป	0	6-11%	1	3-5%	2	2%	3	ไม่เกิน1%	4
จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้												
12% ขึ้นไป	0												
6-11%	1												
3-5%	2												
2%	3												
ไม่เกิน1%	4												

การคิดคะแนนในข้อ 3

ความคิดคล่อง	ถ้าคำอธิบายข้อมูล หรือคำคาดการณ์ที่นักเรียนเขียนแตกต่างกัน ให้คะแนน ข้อความละ 5 คะแนน												
ความคิดยืดหยุ่น	<p>คำอธิบายข้อมูล หรือคำคาดการณ์สามารถจัดเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ข้อความเชิงปริมาณ 2. ข้อความเชิงคุณภาพ 3. ข้อความสัมพันธ์ระหว่างเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ <p>ถ้าข้อความที่นักเรียนเขียนมีความแตกต่างกัน และแต่ละข้อความสามารถจัดเข้าประเภทต่างๆ ได้ 3 ประเภทข้างต้น แล้วผู้ตรวจนับจำนวนประเภทของรูปทรง แล้วให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p> <p>หมายเหตุ</p> <p>ถ้ามีข้อความใดไม่สามารถจัดเข้าไปในประเภทข้างต้นได้ผู้ตรวจจะกำหนดประเภทเพิ่มเติม และให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p>												
ความคิดริเริ่ม	<p>ผู้ตรวจจะคะแนนพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของคำอธิบายข้อมูลหรือคำคาดการณ์ของแต่ละผู้เข้าสอบทั้งหมด เพื่อตรวจสอบว่าข้อความแต่ละข้อความนั้น มีนักเรียนตอบซ้ำกันคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ต่อไปนี้</p> <table border="1" data-bbox="746 1317 1177 1659"> <thead> <tr> <th>จำนวนคำตอบซ้ำกัน</th> <th>คะแนนที่ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12% ขึ้นไป</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6-11%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3-5%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ไม่เกิน1%</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้	12% ขึ้นไป	0	6-11%	1	3-5%	2	2%	3	ไม่เกิน1%	4
จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้												
12% ขึ้นไป	0												
6-11%	1												
3-5%	2												
2%	3												
ไม่เกิน1%	4												

การคิดคะแนนในข้อ 4

ความคิดคล่อง	ถ้าโจทย์ปัญหาที่นักเรียนเขียนแตกต่างกัน ให้คะแนนโจทย์ปัญหาละ 5 คะแนน												
ความคิดยืดหยุ่น	<p>โจทย์ปัญหาสามารถจัดเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารราคา 2. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารปริมาณ 3. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารปริมาณสัมพันธ์กับราคา <p>ถ้าโจทย์ปัญหาที่นักเรียนเขียนมีความแตกต่างกัน และแต่ละข้อสามารถจัดเข้าประเภทต่างๆ ได้ 3 ประเภทข้างต้น แล้วผู้ตรวจนับจำนวนประเภทของรูปทรง แล้วให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p> <p>หมายเหตุ</p> <p>ถ้ามีโจทย์ปัญหาใดไม่สามารถจัดเข้าไปในประเภทข้างต้นได้ผู้ตรวจจะกำหนดประเภทเพิ่มเติม และให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p>												
ความคิดริเริ่ม	<p>ผู้ตรวจจะแนบพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของโจทย์ปัญหาของแต่ละผู้เข้าสอบทั้งหมด เพื่อตรวจสอบว่าโจทย์ปัญหาแต่ละข้อนั้น มีนักเรียนตอบซ้ำกันคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ต่อไปนี้</p> <table data-bbox="746 1317 1177 1659" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>จำนวนคำตอบซ้ำกัน</th> <th>คะแนนที่ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12% ขึ้นไป</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6-11%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3-5%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ไม่เกิน1%</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้	12% ขึ้นไป	0	6-11%	1	3-5%	2	2%	3	ไม่เกิน1%	4
จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้												
12% ขึ้นไป	0												
6-11%	1												
3-5%	2												
2%	3												
ไม่เกิน1%	4												

การคิดคะแนนในข้อ 5

ความคิดคล่อง	ถ้าอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้แตกต่างกัน ให้คะแนนวิธีการละ 5 คะแนน												
ความคิดยืดหยุ่น	<p>วิธีการสามารถจัดเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การเลือก 1 อย่าง 2. การเลือก 2 อย่าง 3. การเลือก 3 อย่าง 4. การเลือก 4 อย่าง <p>ถ้าวิธีการที่นักเรียนเขียนมีความแตกต่างกัน และแต่ละข้อสามารถจัดเข้าประเภทต่างๆ ได้ 4 ประเภทข้างต้น แล้วผู้ตรวจนับจำนวนประเภทของรูปทรง แล้วให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p> <p>หมายเหตุ</p> <p>ถ้ามีวิธีการใดไม่สามารถจัดเข้าไปในประเภทข้างต้นได้ผู้ตรวจจะกำหนดประเภทเพิ่มเติม และให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนน</p>												
ความคิดริเริ่ม	<p>ผู้ตรวจคะแนนพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของความถี่ของวิธีการของแต่ละผู้เข้าสอบทั้งหมด เพื่อตรวจสอบว่าวิธีการแต่ละวิธีนั้น มีนักเรียนตอบซ้ำกันคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ต่อไปนี้</p> <table border="1" data-bbox="718 1232 1197 1590"> <thead> <tr> <th>จำนวนคำตอบซ้ำกัน</th> <th>คะแนนที่ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12% ขึ้นไป</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6-11%</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3-5%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ไม่เกิน1%</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้	12% ขึ้นไป	0	6-11%	1	3-5%	2	2%	3	ไม่เกิน1%	4
จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้												
12% ขึ้นไป	0												
6-11%	1												
3-5%	2												
2%	3												
ไม่เกิน1%	4												

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(ฉบับก่อนการทดลอง)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีจำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 100 นาที
 2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น ห้องเรียน ชื่อโรงเรียน และปีการศึกษา ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
 3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ โดยใช้ปากกาดำ ปากกาน้ำเงิน หรือดินสอ
 4. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ
 5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบครบทุกข้อ อย่างเต็มกำลังความสามารถ
 6. ข้อสอบนี้คะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน
-

1. ในวันหนึ่งการประปาได้ประกาศดส่งน้ำในหมู่บ้านเพื่อซ่อมแซมระบบ นักเรียนจำเป็นต้องเก็บกักน้ำไว้ใช้ ถ้ามีภาษณารูปเรขาคณิตสามมิติ อย่างละ 1 ภาษณะ ได้แก่ ลูกบาศก์ ทรงกระบอก กรวย พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส และทรงกลม โดยแต่ละภาษณะมีความสูงเท่ากัน รัศมีของภาษณะทรงกลมเท่ากับภาษณะกรวยและทรงกระบอก รัศมีของภาษณะกรวยและทรงกระบอกเท่ากับความสูงของภาษณะ ความสูงของภาษณะพีระมิดเท่ากับความยาวแต่ละด้านของฐานภาษณะ ถ้านักเรียนสามารถเลือกภาษณะในการเก็บกักน้ำที่มีความจุมากที่สุดเพียง 1 ภาษณะนักเรียนจะเลือกภาษณะใด

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทุกเรื่อง

.....

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

.....

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

.....

ค. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

.....

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

2. บ้านของสมพรมีถังพักน้ำทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เมตร สูง 10 เมตร โดยเมื่อปล่อยน้ำให้ไหลไปตามท่อตามปกติระดับน้ำจะลดลงด้วยอัตราเร็ว 4 เมตรต่อชั่วโมง แต่เมื่อระดับน้ำเหลือ 1 ใน 5 ของถัง วาล์วน้ำจะถูกปิด และปั้มน้ำอัตโนมัติจะสูบน้ำให้เต็มถังเหมือนเดิมใช้เวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นปั้มน้ำจะปิดโดยอัตโนมัติ วาล์วน้ำก็จะเปิดไหลไปตามท่อ เมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งวันครึ่งปั้มน้ำจะต้องสูบน้ำกี่ครั้ง และครั้งละกี่ลูกบาศก์เมตร นักเรียนคิดว่าอัตราเร็วของระดับน้ำที่ลดลง กับอัตราเร็วของการสูบน้ำขึ้นเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่ เป็นเพราะเหตุใดจงอธิบาย

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทูกรื่อง

.....

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

.....

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

.....

ง. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

.....

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานักเรียนยกตัวอย่าง

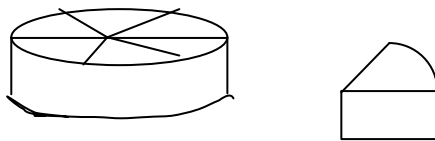
ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

3. กานดาจัดงานวันเกิดโดยซื้อเค้กหน้าตัดรูปวงกลมก้อนหนึ่งเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร หน้า 5 เซนติเมตร เมื่อเป่าเทียนวันเกิดเสร็จกานดาต้องตัดแบ่งเค้กให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน 6 ชิ้นเท่าๆ กัน ดังรูป



อยากทราบว่าแต่ละชิ้นจะมีปริมาตรเท่าใด และมุมที่ปลายของเค้กแต่ละชิ้นที่ตัดออกมาจะมีขนาดเท่าใด

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทูกรื่อง

.....

.....

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

.....

.....

ค. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

.....

.....

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

.....

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

.....

4. ขนมหีเยนเป็นขนมที่ทำจากเนื้อแป้งห่อไส้ไว้ข้างในแล้วใช้ใบตองห่อให้มีลักษณะใกล้เคียงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนมหีเยนแต่ละห่อต้องใช้ไส้ประมาณ 1 ใน 4 ของปริมาตรขนมหีเยน ต้องการทำขนมหีเยนให้มีฐานยาวด้านละ 4 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร จำนวน 400 ห่อ จะต้องใช้ไส้ทั้งหมดเท่าใด

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทุกเรื่อง

.....

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

.....

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

.....

ง. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

.....

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

5. นักเรียนชั้น ม.3 ห้องหนึ่งต้องการทำลูกเต๋าที่มีความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร เพื่อประกอบการเล่นกิจกรรมนันทนาการ โดยใช้กระดาษแข็งพับเป็นลูกบาศก์ และใช้กระดาษสีดำ และแดงตัดเป็นรูปวงกลมเพื่อติดบอกแต้มในแต่ละด้าน ซึ่งแต้มคือใช้สีดำ แต้มคู่ใช้สีแดง โดยกระดาษหนึ่งแผ่นมีขนาด 50 X 75 ตารางเซนติเมตร อยากรทราบว่าจำเป็นต้องใช้กระดาษสีเทาขาว กระดาษสีดำ และกระดาษสีแดงอย่างละกี่แผ่น (ไม่คิดส่วนที่ถูกทากาวทับกัน)

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุนามทุกเรื่อง

.....

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

.....

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

.....

ง. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

.....

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

.....

**แนวการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(ฉบับก่อนการทดลอง)**

1. ในวันหนึ่งการประปาได้ประกาศดส่งน้ำในหมู่บ้านเพื่อซ่อมแซมระบบ นักเรียนจำเป็นต้องเก็บกักน้ำไว้ใช้ ถ้ามีภาชนะรูปเรขาคณิตสามมิติ อย่างละ 1 ภาชนะ ได้แก่ ลูกบาศก์ ทรงกระบอก กววย พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส และทรงกลม โดยแต่ละภาชนะมีความสูงเท่ากัน รัศมีของภาชนะทรงกลมเท่ากับภาชนะกววยและทรงกระบอก รัศมีของภาชนะกววยและทรงกระบอกเท่ากับ ความสูงของภาชนะ ความสูงของภาชนะพีระมิดเท่ากับ ความยาวแต่ละด้านของฐานภาชนะ ถ้านักเรียนสามารถเลือกภาชนะในการเก็บกักน้ำที่มีความจุมากที่สุดเพียง 1 ภาชนะนักเรียนจะเลือกภาชนะใด

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทูกรื่อง

- ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้แก่ ลูกบาศก์ ทรงกระบอก กววย
พีระมิด และทรงกลม
- ส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลาง รัศมี
ความสูง
- อื่นๆ เช่น การแก้สมการ การบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณค่า

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

- สูตรการหาปริมาตรของลูกบาศก์ คือ $\text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$ หรือ
(ความยาวด้าน)³
- สูตรการหาปริมาตรของทรงกระบอก คือ $\pi r^2 h$
- สูตรการหาปริมาตรของกววย คือ $\frac{1}{3} \pi r^2 h$
- สูตรการหาปริมาตรของพีระมิด คือ $\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$
- สูตรการหาปริมาตรของทรงกลม คือ $\frac{4}{3} \pi r^3$
- อื่นๆ เช่น $h = 2r$

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

1. หาปริมาตรของแต่ละภาชนะ โดยแทนค่า $h = 2r$ ลงในสูตรการหาปริมาตรของแต่ละภาชนะ
2. เปรียบเทียบปริมาตรของแต่ละภาชนะ
3. เลือกภาชนะที่มีความจุมากที่สุด ซึ่งได้แก่

ง. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

เช่น การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดที่บรรจุภัณฑ์ที่มีความจุมากที่สุด หรือเลือกจากคุณค่าทางโภชนาการ

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

ความคุ้มค่า หลักโภชนาการ

2. บ้านของสมพรมีถังพักน้ำทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เมตร สูง 10 เมตร โดยเมื่อปล่อยน้ำให้ไหลไปตามท่อตามปกติระดับน้ำจะลดลงด้วยอัตราเร็ว 4 เมตรต่อชั่วโมง แต่เมื่อระดับน้ำเหลือ 1 ใน 5 ของถัง วาล์วน้ำจะถูกปิด และปั้มน้ำอัตโนมัติจะสูบน้ำให้เต็มถังเหมือนเดิมใช้เวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นปั้มน้ำจะปิดโดยอัตโนมัติ วาล์วน้ำก็จะเปิดไหลไปตามท่อ เมื่อเวลาผ่านไปหนึ่งวันครึ่งปั้มน้ำจะต้องสูบน้ำกี่ครั้ง และครั้งละกี่ลูกบาศก์เมตร นักเรียนคิดว่าอัตราเร็วของระดับน้ำที่ลดลง กับอัตราเร็วของการสูบน้ำขึ้นเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่ เป็นเพราะเหตุใดจงอธิบาย

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทูเรื่อง

- ปริมาตรทรงกระบอก
- อัตราเร็ว
- เวลา
- แรงโน้มถ่วงของโลก
- เศษส่วน

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

- สูตรการหาปริมาตรของทรงกระบอก คือ $\pi r^2 h$
- อัตราเร็ว = $\frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}}$
- จำนวนครั้งที่สูบน้ำ = $\frac{\text{ระยะเวลาที่กำหนด}}{\text{ระยะเวลาในการสูบน้ำ 1 ครั้ง}}$
- 1 วัน มี 24 ชั่วโมง
- ระยะเวลาในการสูบน้ำ 1 รอบ = ระยะเวลาที่น้ำลด + ระยะเวลาที่สูบน้ำเข้า
-

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำหรือคำนวณหาคำตอบ

1. หากระดับน้ำที่เหลือ 1 ใน 5 ของถัง ซึ่งต้องสูบน้ำเป็นครั้งแรก
2. หาระยะเวลาที่จะเริ่มสูบน้ำเข้าครั้งแรก
3. หาระยะเวลาที่จะต้องสูบน้ำเข้าให้เต็มอีกครั้ง
4. คำนวณหาระยะเวลาในการสูบน้ำ 1 รอบ
5. คำนวณเวลาที่โจทย์กำหนด
6. คำนวณจำนวนครั้งที่จะต้องสูบน้ำ

7. หาปริมาณที่จะต้องสูบน้ำแต่ละครั้ง
8. หาอัตราเร็วในการสูบน้ำเข้าและอัตราเร็วในการสูบน้ำออกมา
เปรียบเทียบกัน
9. อัตราเร็วในการสูบน้ำออกจะช้ากว่าเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

จ. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่าง สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

การเดินขึ้นบันดการเดินลงบันไดอย่างไรจะเหนื่อยกว่า

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานักเรียนยกตัวอย่าง

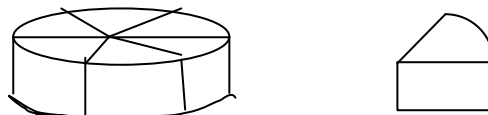
ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

แรงโน้มถ่วง

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

สถานการณ์

3. กานดาจัดงานวันเกิดโดยซื้อเค้กหน้าตัดรูปวงกลมก้อนหนึ่งเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตรหนา 5 เซนติเมตร เมื่อเป่าเทียนวันเกิดเสร็จกานดาต้องตัดแบ่งเค้กให้เพื่อนๆ เป็นจำนวน 6 ชิ้นเท่าๆ กัน ดังรูป



อยากทราบว่าแต่ละชิ้นจะมีปริมาตรเท่าใด และมุมที่ปลายของเค้กแต่ละชิ้นที่ตัดออกมาจะมีขนาดเท่าใด

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทูกรื่อง

- ปริมาตรทรงกระบอก
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง รัศมี
- มุมรอบวงกลม
- การหาร

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

- สูตรการหาปริมาตรของทรงกระบอก คือ $\pi r^2 h$
- ปริมาตรเค้ก 1 ชิ้น = $\frac{\text{ปริมาตรเค้กก้อนใหญ่}}{\text{จำนวนชิ้นที่ตัดแบ่งเท่าๆกัน}}$
- $d = 2r$ เมื่อ d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม และ r คือรัศมีของทรง

กลม

- ขนาดของมุมที่ปลายของเค้กแต่ละชิ้น = ขนาดของมุมรอบวงกลม \div จำนวนชิ้นที่ตัดแบ่ง

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

1. หาปริมาตรของเค้ก โดยใช้สูตรการหาปริมาตรของทรงกระบอกซึ่งหารัศมีจาก $d = 2r$ เมื่อ d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม และ r คือรัศมีของทรงกลม
2. นำปริมาตรในข้อ 1 หารด้วยจำนวนชิ้นที่ตัดแบ่ง จะได้ปริมาตรของเค้ก 1 ชิ้น
3. นำขนาดของมุมรอบวงกลมหารด้วยจำนวนชิ้นที่ตัดแบ่งจะได้ขนาดของมุมที่ปลายของเค้ก

จ. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่าง สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

ต้องการแบ่งขนมหม้อแกงซึ่งกั้นถาดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร หนา 3 เซนติเมตร จำนวน 4 ชิ้นเท่าๆกัน จะได้ชิ้นละปริมาตรเท่าไร

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

ปริมาตร การหาร

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด

รูปทรง

4. ขนมเทียนเป็นขนมที่ทำจากเนื้อแป้งห่อไส้ไว้ข้างในแล้วใช้ใบตองห่อให้มีลักษณะใกล้เคียงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนมเทียนแต่ละห่อต้องใช้ไส้ประมาณ 1 ใน 4 ของปริมาตรขนมเทียน ต้องการทำขนมเทียนให้มีฐานยาวด้านละ 4 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร จำนวน 400 ห่อ จะต้องใช้ไส้ทั้งหมดเท่าใด

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทูกรื่อง

- ปริมาตรพีระมิด
- เศษส่วน
- การคูณ
- การแปลงหน่วยปริมาตร

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

- สูตรการหาปริมาตรของพีระมิด คือ $\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$
- ประโยคสัญลักษณ์ = $400 \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} \times 4 \times 4 \times 5$
- 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

1. หาปริมาตรของไส้ที่ใช้ห่อขนมเทียน 400 ห่อ ตามประโยคสัญลักษณ์
2. แปลงหน่วยลูกบาศก์เซนติเมตรให้เป็นลิตร

ง. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

ต้องการทำขนมต้มจำนวน 400 ลูก แต่ละลูกใช้ไส้ $\frac{1}{3}$ ของปริมาณขนมต้ม จะต้องใช้ไส้ประมาณเท่าใด

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานี้ที่นักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด
การหาปริมาตรได้ขนม

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด
รูปทรงต่างกัน

5. นักเรียนชั้น ม.3 ห้องหนึ่งต้องการทำลูกเต๋าที่มีความยาวด้านละ 30 เซนติเมตร เพื่อประกอบการเล่นกิจกรรมนันทนาการ โดยใช้กระดาษแข็งพับเป็นลูกบาศก์ และใช้กระดาษสีดำ และแดงตัดเป็นรูปวงกลมเพื่อติดบอกแต้มในแต่ละด้าน ซึ่งแต้มคือใช้สีดำ แต้มคู่ใช้สีแดง โดยกระดาษหนึ่งแผ่นมีขนาด 50 X 75 ตารางเซนติเมตร อยากทราบว่า จะต้องใช้กระดาษสีเทาขาว กระดาษสีดำ และกระดาษสีแดงอย่างละกี่แผ่น (ไม่คิดส่วนที่ถูกทากาวทับกัน)

ก. ในการแก้ปัญหาในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้ใดบ้างให้ระบุมาทูกรื่อง

- พื้นที่ผิวของลูกบาศก์
- พื้นที่รูปวงกลม
- พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- ผลบวกของแต้มลูกเต๋า (แต้มคู่, แต้มคี่)
- การหาร

ข. มีสูตรหรือสมการที่เกี่ยวข้องอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้อย่างไร

- พื้นที่ผิวของลูกบาศก์ = $6 \times$ พื้นที่แต่ละด้านของลูกบาศก์
- พื้นที่รูปวงกลม = πr^2
- พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = ความกว้าง \times ความยาว
- ผลบวกของแต้มคู่ = $2 + 4 + 6$
- ผลบวกของแต้มคี่ = $1 + 3 + 5$

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางหาคำตอบมาพอเข้าใจ โดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ หรือคำนวณหาคำตอบ

1. หาพื้นที่ของลูกเต๋าคือจะได้พื้นที่ของกระดาษเทาขาวที่ต้องใช้
2. หาพื้นที่ของกระดาษ 1 แผ่น
3. นำพื้นที่ที่ได้ในข้อ 1 หารด้วยพื้นที่ในข้อ 2 ประมาณคำตอบที่ได้เป็นจำนวนเต็มจะได้จำนวนแผ่นของกระดาษเทาขาวที่ต้องใช้
4. หาพื้นที่ของกระดาษสีดำที่จะทำแต้มคี่ แต่ต้องกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูปวงกลม เพื่อที่จะคำนวณหาพื้นที่กระดาษสีที่จะทำแต้ม คือ พื้นที่รูปวงกลม 1 รูป คูณด้วยผลบวกของแต้มคี่
5. นำพื้นที่กระดาษสีดำที่ต้องใช้หารด้วยข้อ 2 ประมาณคำตอบที่ได้เป็น

จำนวนเต็มจะได้จำนวนแผ่นของกระดาษสีดำที่ต้องใช้

6. หาพื้นที่กระดาษสีแดงในทำนองเดียวกับการหาพื้นที่กระดาษสีดำ

ง. จากความรู้ และแนวทางการหาคำตอบข้างต้นนักเรียนลองยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือในวิชาอื่นๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์ว่ามีความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนมาพอสังเขป

สถานการณ์ปัญหาที่จะยกตัวอย่าง

ต้องการทำหมอนรูปทรงปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร ต้องใช้ผ้าประมาณเท่าไร และต้องใช้หนุนปริมาตรเท่าไร

ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานักเรียนยกตัวอย่าง

ความรู้ที่เป็นประเด็นเดียวกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด
พื้นที่ผิวของปริซึม

ความรู้ที่คนละประเด็นกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด
การหาปริมาตร

ภาคผนวก จ.

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคาบกับความสอดคล้องของจำนวนข้อสอบในแบบวัด
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

เนื้อหา	จำนวนคาบ ที่สอน	จำนวน ข้อสอบ ใช้ทดลอง	จำนวน ข้อสอบ ใช้จริง
บทที่ 1 พื้นที่ผิวและปริมาตร			
1.1 รูปเรขาคณิตสามมิติ	3	2	1
1.2 ปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก	4	2	1
1.3 ปริมาตรของพีระมิดและกรวย	4	1	1
1.4 ปริมาตรของทรงกลม	2	1	1
1.5 พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก	3	1	1
รวม	16	7	5

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์จำนวนคาบกับความสอดคล้องของจำนวนข้อสอบในแบบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

เนื้อหา	จำนวนคาบ ที่สอน	จำนวน ข้อสอบ ใช้ทดลอง	จำนวน ข้อสอบ ใช้จริง
บทที่ 1 พื้นที่ผิวและปริมาตร			
1.1 รูปเรขาคณิตสามมิติ	2	1	1
1.2 ปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก	4	2	1
1.3 ปริมาตรของพีระมิดและกรวย	4	1	1
1.4 ปริมาตรของทรงกลม	2	1	1
1.5 พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก	3	1	1
รวม	15	6	5

ตารางที่ 13 แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ฉบับก่อนที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.54	0.48
2	0.45	0.49
3	0.32	0.27
4	0.43	0.51
5	0.31	0.37
6	0.57	0.50
7	0.36	0.66

ตารางที่ 14 แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.35	0.34
2	0.42	0.51
3	0.41	0.20
4	0.38	0.16*
5	0.39	0.02*
6	0.58	0.49
7	0.37	0.33

* ข้อสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 2 ข้อคือ ข้อ 4 และ 5 ผู้วิจัยตัดให้เหลือ 5 ข้อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

ตารางที่ 15 แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.59	0.38
2	0.54	0.30*
3	0.40	0.37
4	0.43	0.39
5	0.54	0.45
6	0.42	0.40

*ข้อสอบเป็นไปตามเกณฑ์ทุกข้อ ผู้วิจัยคัดให้เหลือ 5 ข้อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ผู้วิจัยคัดข้อสอบข้อ 2 ออกเนื่องจากมีค่าอำนาจจำแนกน้อยที่สุด

ตารางที่ 16 แสดง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 1

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.55	0.50
2	0.54	0.42
3	0.44	0.52
4	0.38	0.40
5	0.39	0.41
6	0.45	0.51

ตารางที่ 17 แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.39	0.30	0.74
2	0.35	0.33	
3	0.38	0.24	
4	0.49	0.42	
5	0.29	0.23	

ตารางที่ 18 แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.39	0.37	0.67
2	0.32	0.31	
3	0.21	0.33	
4	0.43	0.56	
5	0.22	0.37	

ตารางที่ 19 แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 1 ทดลองใช้ครั้งที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.42	0.60	0.89
2	0.42	0.59	
3	0.33	0.58	
4	0.20	0.52	
5	0.26	0.46	

ตารางที่ 20 แสดง ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยง ของแบบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับที่ 2 ทดลองใช้ครั้งที่ 2

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.31	0.49	0.93
2	0.46	0.50	
3	0.44	0.54	
4	0.53	0.56	
5	0.48	0.49	

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกฤษณา ไสยาศรี เกิดเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม 2525 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญา
ครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกคณิตศาสตร์
และวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2547 เข้า
ศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การ
สอนและเทคโนโลยีการศึกษา ในปีการศึกษา 2548 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550ถึงปัจจุบัน เป็น
ข้าราชการครู ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านหูก้านบ อำเภอปะคำ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ